



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

RÔMULO ALVES MORAIS

**DESENVOLVIMENTO DE GELEIA DE GUAPEVA (*Pouteria cf. Guardneriana*
Radlk) E VIABILIDADE DA INSERÇÃO NA ALIMENTAÇÃO ESCOLAR**

**Palmas, TO
2020**

Rômulo Alves Moraes

**DESENVOLVIMENTO DE GELEIA DE GUAPEVA (*Pouteria cf. Gardneriana*
Radlk) E VIABILIDADE DA INSERÇÃO NA ALIMENTAÇÃO ESCOLAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Glêndara Aparecida de Souza Martins

Coorientadora: Prof.^a Dra. Elisângela Elena Nunes Carvalho

**Palmas, TO
2020**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

M827d MORAIS, RÔMULO ALVES.

Desenvolvimento de geleia de guapeva (*Pouteria* cf. *Guardneriana radlk*) e viabilidade da inserção na alimentação escolar / RÔMULO ALVES MORAIS. – Palmas, TO, 2020.

83 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2020.

Orientadora : Glêndara Aparecida de Souza Martins

Coorientadora : Elisângela Elena Nunes Carvalho

1. Fruto do Cerrado. 2. Armazenamento. 3. Vida-útil. 4. Processamento e otimização. I. Título

CDD 664

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Rômulo Alves Moraes

**DESENVOLVIMENTO DE GELEIA DE GUAPEVA (*Pouteria cf. Gardneriana*
Radlk) E VIABILIDADE DA INSERÇÃO NA ALIMENTAÇÃO ESCOLAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Foi avaliado para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 12 / 02 / 2020

Banca Examinadora

Prof^ª. Dr^ª. Clarissa Damiani, Universidade Federal do Goiás - UFG

Prof. Dr. Antônio Alves de Melo Filho, Universidade Federal de Roraima - UFRR

Prof^ª. Dr^ª. Glêndara Aparecida de Souza Martins, Universidade Federal do Tocantins - UFT

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter planos maravilhosos para minha vida e ter me permitido chegar até aqui, por me conceder forças e guiar-me com a sua luz e sabedoria nessa trajetória.

Aos meus pais e sobrinho, Aparecida, Jurandir e Itallo por ser fonte de todo amor que possuo, pelo incentivo e pela dedicação em realizar os meus sonhos. Agradeço ao apoio de toda minha família em especial ao meu irmão Renan Alves.

Ao meu companheiro de vida e luta Withamer Costa pelo amor, paciência e companheirismo. Obrigado pelo seu amor e Carinho.

A Prof^a. Dr^a. Glêndara Aparecida de Souza Martins pela orientação, sabedoria e dedicação. Agradeço, ainda, pela confiança em mim depositado e pelo companheirismo, principalmente nos momentos difíceis e por acreditar em minha capacidade. Serei eternamente grato pela segunda chance ao qual a mim foi concedido.

A minha coorientadora Elizangela Elena (UFLA), por todo o incentivo, auxílio e disponibilidade, e por me receber em Lavras com tanta afeição e carinho.

As minhas amigas Larissa Gualberto e Thamilla Thalline que tanto me ajudou com várias análises e também me incentivando a continuar tentando até alcançar resultados satisfatórios. Aos meus companheiros de mestrado e experimento Maria Olivia, Camila, Renata, Diana, e Hermann por toda a ajuda, incentivo, momentos felizes e descontraídos, agradeço também as alunas de iniciação científica Romilda, Gabriela e Bianca por todo apoio. Estarão para sempre em meu coração.

Agradeço a família Lacimp, na pessoa da técnica Josineide, que sempre estiveram dispostos a me ajudar. Eterna gratidão a cada um que faz parte desse grupo de pesquisa tão competente, onde carregam a seguinte afirmação “Missão dada é missão cumprida”.

Agradeço também aos amigos que o PPGCTA me proporcionou conhecer, Jamayle, Ianna e Vinicius os melhores Cofos do Brasil, ou melhor do mundo inteiro. Sei que minha jornada em quanto mestrando se tornou bem mais fácil devido a companhia e incentivo de cada um de vocês. Vinicius fino, calmo e elegante, porém cachaceiro, Ianna doce e amável, porém cachaceira, Jamayle agoniada e amiga para todas as horas, entretanto cachaceira também. O meu muito obrigado. Agradeço também aos amigos André Leonardo, Patrícia Vellano e Nayra Morgana.

Obrigado a todos que, mesmo não estando citados aqui, tanto contribuíram para a conclusão desta etapa e para o ser humano e profissional que sou hoje.

RESUMO

Os frutos do cerrado apresentam potencial elevado quanto a propriedades funcionais e a qualidade nutricional, porém, a sazonalidade inerente a esses frutos limita seu consumo durante o ano. Assim, este projeto tem por objetivo o aproveitamento dos frutos da guapeva (*Pouteria cf. guardneriana* Radlk) na forma de geleia com a substituição da pectina comercial por albedo de maracujá, com foco na aplicação desse produto na alimentação escolar. Dentre as onze formulações de geleias de guapeva propostas pelo delineamento experimental todas obtiveram boa aceitação dos provadores, a formulação dois, entretanto foi a que obteve melhores resultados sensoriais. As geleias armazenadas sofreram influência significativa tanto do tempo como da temperatura de armazenamento e das embalagens, sendo o tempo a variável que mais interferiu na qualidade das geleias ao final do armazenamento. O tempo de vida útil estimado por testes acelerados para as geleias é de 75 a 74 dias sendo a embalagem de polietileno de baixa densidade a mais recomendada, pois mantém mais estáveis as características físico-químicas durante o armazenamento.

Palavras-chaves: Fruto do Cerrado. Armazenamento. Vida-útil. Processamento e otimização.

ABSTRACT

Cerrado fruits have high potential for functional properties and nutritional quality, however, the inherent seasonality of these fruits limits their consumption during the year. Thus, this project aims to use the fruits of guapeva (*Pouteria* cf. *gardneriana* Radlk) in the form of jelly with the substitution of commercial pectin for passion fruit albedo, focusing on the application of this product in school food. Among the eleven formulations of guapeva jellies proposed by the experimental design, all obtained good acceptance from the tasters, formulation two, however, was the one that obtained the best sensory results. The stored jellies were significantly influenced by both storage time and temperature and packaging, with time being the variable that most interfered with the quality of jellies at the end of storage. The useful life estimated by accelerated tests for jellies is 75 to 74 days, with low density polyethylene packaging being the most recommended, as it maintains the most stable physical and chemical characteristics during storage and for its low cost.

Key-words: Cerrado fruit. Storage. Shelf life. Processing and optimization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Pouteria cf. Gardneriana</i> Radlk. A – Árvore; B – Fruto verde; C – Fruto maduro.....	16
Figura 2. Modelo de escala hedônica apresentada a crianças	35
Figura 3. Perfil dos valores otimizados pelo teste de desejabilidade para análise sensorial de geleias de guapeva.....	39
Figura 4. Superfície de resposta do atributo aroma em função do ácido cítrico x albedo (A), ácido cítrico x ratio polpa/açúcar (B), albedo x ratio polpa/açúcar (C).....	40
Figura 5. Superfície de resposta do sabor em função do ácido cítrico x albedo (A), ácido cítrico x ratio polpa/açúcar (B), albedo x ratio polpa/açúcar (C).....	41
Figura 6. Superfície de resposta do atributo textura em função do ácido cítrico x albedo (A), ácido cítrico x ratio polpa/açúcar (B), albedo x ratio polpa/açúcar (C).....	42
Figura 7. Superfície de resposta do atributo de impressão global de ácido cítrico x albedo (A), ácido cítrico x ratio polpa/açúcar (B), albedo x ratio polpa/açúcar (C).....	43
Figura 8. Valores médios de sólidos solúveis da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	45
Figura 9. Valores médios de sinérese da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	46
Figura 10. Valores médios de luminosidade (*L) da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	47
Figura 11. Valores médios de cromaticidade da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	48
Figura 12. Valores médios de Hue da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	48
Figura 13. Valores médios de atividade de água (a_w) da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	49
Figura 14. Valores médios de glicose da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	50
Figura 15. Valores médios de frutose da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	51

Figura 16. Valores médios de sacarose da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	51
Figura 17. Valores médios de adesividade da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	52
Figura 18. Valores médios de elasticidade da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	53
Figura 19. Valores médios de coesividade da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	53
Figura 20. Valores médios de gomosidade da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	54
Figura 21. Valores médios de mastigabilidade da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	54
Figura 22. Valores médios de dureza da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	55
Figura 23. Valores médios dos compostos fenólicos totais da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	56
Figura 24. Valores médios de carotenoides totais da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	57
Figura 25. Valores médios de vitamina C da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	57
Figura 26. Valores médios de fosfomolibdênio da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	58
Figura 27. Valores médios de DPPH da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	59
Figura 28. Valores médios de ABTS ^{•+} da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	60
Figura 29. Valores médios de FRAP da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	60
Figura 30. Modelo cinético da alteração na variável sólidos solúveis das geleias de Guapeva para as embalagens de polipropileno e polietileno.....	61
Figura 31. Modelo cinético da alteração na variável sinérese das geleias de Guapeva para as embalagens de polipropileno e polietileno.....	62
Figura 32. Modelo cinético da alteração na variável compostos fenólicos totais das geleias de Guapeva para as embalagens de polipropileno e polietileno.....	62

Figura 33. Modelo cinético da alteração na variável carotenoides totais das geleias de Guapeva para as embalagens de polipropileno e polietileno.....	63
Figura 34. Modelo cinético da alteração na variável vitamina C das geleias de Guapeva para as embalagens de polipropileno e polietileno.....	63
Figura 35. Modelo cinético da alteração na variável DPPH das geleias de Guapeva para as embalagens de polipropileno e polietileno.....	64
Figura 36. Modelo cinético da alteração na variável ABTS ^{•+} das geleias de Guapeva para as embalagens de polipropileno e polietileno.....	64
Figura 37. Modelo cinético da alteração na variável FRAP das geleias de Guapeva para as embalagens de polipropileno e polietileno.....	65
Figura 38. Gráficos de Arrhenius para os atributos pH, sólidos solúveis, sinérese, compostos fenólicos totais, carotenoides totais, vitamina C, DPPH, ABTS ^{•+} e FRAP em geleias de Guapeva armazenadas em embalagem de polipropileno.....	65
Figura 39. Gráficos de Arrhenius para os atributos pH, sólidos solúveis, sinérese, compostos fenólicos totais, carotenoides totais, vitamina C, DPPH, ABTS ^{•+} e FRAP em geleias de Guapeva armazenadas em embalagem de polietileno.....	67
Figura 40. Resultados para o teste de aceitação sensorial de crianças de uma escola da rede pública municipal de 3º e 4º ano, realizados para a formulação otimizada de geleia de guapeva, na cidade de Palmas, Tocantins, Brasil.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Delineamento experimental 2 ³ , para os ensaios de elaboração das geleias de guapeva.....	26
Tabela 2. Descrição, tempo de retenção e detecção dos padrões de carboidratos utilizados nas análises.....	31
Tabela 3. Resultados microbiológicos das formulações de geleias propostas de acordo com o planejamento experimental.....	37
Tabela 4. Resultados da análise sensorial das geleias de guapeva.....	38
Tabela 5. Funções e R ² dos atributos sensoriais, bem como a correlação entre os ingredientes utilizados no desenvolvimento da geleia de guapeva.....	44
Tabela 6. Energia de ativação e estimativa da vida-de-prateleira das geleias de Guapeva.....	68

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
2.	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1.	Frutos do cerrado	15
2.2.	Processamento de frutos do cerrado na forma de geleia: características e aspectos tecnológicos	17
2.3.	Processamento de frutos do cerrado na forma de geleia: embalagem e acondicionamento	20
2.4.	Inserção de frutos do cerrado na alimentação escolar	22
3.	OBJETIVO	24
3.1.	Objetivo geral	24
3.2.	Objetivos específicos	24
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	25
4.1.	Coleta dos frutos	25
4.2.	Planejamento experimental e preparação das geleias	25
4.3.	Análises microbiológicas	26
4.3.1.	Contagem de bolores e leveduras	27
4.3.2.	Análise de coliformes totais e termotolerantes (45°C)	27
4.3.3.	Análise de <i>Salmonella</i> sp.	27
4.3.4.	Análise de <i>Staphylococcus</i>	28
4.4.	Análise sensorial com provadores não treinados	28
4.5.	Planejamento experimental para acompanhamento da estabilidade físico-química das geleias de guapeva	29
4.6.	Acompanhamento da características físico-químicas das geleias de guapeva durante o armazenamento	29
4.6.1.	Determinação de sólidos solúveis	29
4.6.2.	Sinérese	29
4.6.3.	Cor	30
4.6.4.	Atividade de água (a_w)	30
4.6.5.	Perfil de textura	30

4.6.6.	Perfil de carboidratos por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC).....	30
4.7.	Compostos bioativos nas geleias de guapeva.....	31
4.7.1.	Compostos fenólicos totais	31
4.7.2.	Obtenção de extratos.....	31
4.7.3.	Carotenoides totais.....	32
4.7.4.	Vitamina C.....	32
4.7.5.	DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil)	32
4.7.6.	ABTS ^{•+} (2,2 - azino-bis-(3-etilbenzenotiazolina-6-ácido sulfônico)).....	33
4.7.7.	FRAP (<i>ferric reducing antioxidant power</i>)	33
4.7.8.	Fosfomolibdênio	33
4.8.	Testes acelerados de vida de prateleira (TAVP).....	34
4.9.	Viabilidade de inserção da geleia na merenda escolar em escolas do estado do tocantins.....	35
4.10.	Análise estatística.....	36
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
5.1.	Resultados microbiológicos.....	37
5.2.	Análise sensorial e otimização	37
5.3.	Estabilidade das geleias de guapeva durante o armazenamento	45
5.4.	Testes acelerados de vida de prateleira (TAVP).....	61
5.5.	Inserção da geleia de guapeva na alimentação escolar.....	69
6.	CONCLUSÃO.....	71
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	72

1 INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado é caracterizado pela grande diversidade de sua flora, a qual abrange tanto campos abertos até densas florestas e, sua flora representa em torno de 30% das riquezas naturais do Brasil (BRASIL, 2017). O Cerrado ocupa 21% do território nacional e apresenta clima quente, semiúmido e sazonal, e muitas espécies destaca-se pelo grande potencial econômico, devido as características peculiares, formas, cores, aromas e sabores variados. Embora tendo grandes variedades, as frutas do cerrado são pouco conhecidas fora da região ao qual são coletadas, como é o caso da guapeva (GONDIM et al., 2013; SCHIASSI et al., 2018; MORZELLE et al., 2015; ARRUDA et al., 2016).

Algumas espécies frutíferas do Cerrado são reconhecidas por possuírem altos valores nutritivos, sendo superior a valores encontrados em espécies cultivadas tradicionalmente e de grande comercialização, nesse contexto, pode-se destacar alguns frutos com o buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) uma das fontes vegetais mais ricas em provitamina A, tendo seu valor superior ao da cenoura, ou a cagaita (*Stenocalyx dysentericus*) rica em proteínas e fonte de minerais dentre outros (PEREIRA & SANTOS, 2015; CARNEIRO, 2016).

O consumo de frutas pela população está relacionado, principalmente aos benefícios associados á saúde. Entretanto Garcia et al., (2017) afirma que, além da promoção a saúde os frutos regionais servem como matéria prima para a produção de novos produtos, promovendo o desenvolvimento local, fomentando a economia; e ainda mais, supera a barreira da sazonalidade, disponibilizando o fruto durante todo o ano, facilitando sua inserção no mercado. Nesse contexto, tem-se a Guapeva ao qual pertence à família Sapotaceae do gênero Pouteria, e tem se destacado pelo alto potencial tecnológico, e por ser uma fruta rica em compostos bioativos (BARBOSA et al., 2016). Além de possuir polpa rica, a casca e semente da Guapeva também são fontes de nutrientes e antioxidantes, tornando-se recomendadas para o consumo humano. Seus frutos podem ser utilizados no preparo de alimentos, o que contribui para a ingestão desses compostos, a fim de proteger o corpo contra a oxidação e aumentar os nutrientes necessários para uma vida saudável (SIQUEIRA et al., 2017).

Dentre todos os métodos utilizados para agregação de valor aos frutos, a elaboração de geleias é uma das formas empregadas para a conservação de frutas e faz-se importante para minimizar o desperdício, pois, além do calor, é adicionado açúcar, que promove o aumento de sua concentração, alterando a pressão osmótica e aumentando a vida útil do produto (FIGUEROA et al., 2019).

A vida útil ou prazo de validade de um produto é estipulada como o tempo ao qual um produto alimentício se mantém seguro, cumpre a declaração nutricional contida no rótulo e retém suas características sensoriais, químicas, físicas e microbiológicas quando estocado dentro de determinadas condições (GIMÉNES; ARES; ARES, 2012). Assim, o estudo da cinética de reações químicas nos processos de produção de alimentos pode ser um aliado importante para determinar tempo de vida útil, determinar o crescimento microbiano e até identificar problemas de contaminação ou degradação dos constituintes durante o armazenamento.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo geral o aproveitamento do fruto da guapeva (*Pouteria cf. guardneriana* Radlk) na forma de geleia com ênfase na substituição da pectina comercial por albedo de maracujá, bem como o estudo da estabilidade das geleias processadas durante o armazenamento e sua aplicabilidade na alimentação escolar.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Frutos do Cerrado

Considerado um dos biomas com maior biodiversidade do mundo e o segundo maior da América do Sul, o Cerrado brasileiro possui aproximadamente 2,0 milhões de km² de área de formação savânica e representa cerca de 22% do território nacional. Sua área abrange os Estados do Tocantins, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e o Distrito Federal (MOREIRA et al., 2019).

A vegetação do Cerrado é caracterizada por um mosaico fisionômico de tipos que incluem florestas, savanas e pastagens. Entre as 12 mil espécies de plantas catalogadas, 35% são classificadas com o endêmicas e correspondem a 1,5% da flora endêmica do mundo (MIGUEL et al., 2016). Entretanto, o patrimônio genético do bioma está sendo afetado pelo avanço indiscriminado da agricultura, pecuária e urbanização, onde 50% da vegetação nativa da região já foram desmatadas (BATISTA & SOUSA, 2019).

Ao mesmo tempo, incentivos para a redução do desmatamento têm crescido. No entanto, a maioria deles enfrenta a necessidade de movimentar o setor econômico para que essas áreas permaneçam preservadas, sendo assim, a aplicação econômica da flora do Cerrado é uma estratégia de preservação da biodiversidade (LIMA & PORTARI, 2019). As espécies frutíferas do Cerrado possuem um grande potencial extrativista, cujos frutos são de interesse para a indústria farmacêutica e de alimentos (BATISTA & SOUSA, 2019).

Os frutos nativos do Cerrado possuem alto valor nutritivo, características únicas de cor, sabor e aroma e considerados boas fontes de compostos bioativos, associado à adaptação das plantas do Cerrado às condições ambientais distintas, como: longos períodos de seca, solos pobres e alta incidência de radiação UV (BAILÃO et al., 2015; REIS & SCHMIELE, 2019). A caracterização desses compostos bioativos em frutos do Cerrado, segundo Reis & Schmiele (2019), contribui na busca por fontes alternativas e que possam agrupar atributos desejáveis, como propriedades antioxidantes, antimicrobiana, anticarcinogências, antidegenerativas e retardadoras de envelhecimento tanto como incremento na formulação de novos produtos quanto no consumo *in natura*.

Informações quanto a caracterização físico química e valor nutricional das frutas do bioma Cerrado, representa estímulo ao conhecimento, consumo e aplicação industrial (LIMA & PORTARI, 2019). O uso de tecnologias de processamento permite a oferta de frutas durante o período de entressafra, em razão da sazonalidade, e oferece ao consumidor a possibilidade de consumir frutos durante todo o ano.

Dentre as diversas espécies existentes no bioma do Cerrado, destaca-se a *Pouteria Guardneriana* Radlk, popularmente conhecida como Guapeva pertencente à família *Sapotaceae* do gênero *Pouteria* (LEITE et al., 2017). As espécies do gênero *Pouteria* chegam a produzir de 1000 a 3000 frutos, de 4 e 5 cm de comprimento, do tipo globosos, de coloração que varia do amarelo ao alaranjado quando maduros (Figura 1). Possui de 1 a 4 sementes negras e lisas recobertas por uma camada de mucilagem, caracterizando sementes do tipo recalcitrantes. A polpa é esbranquiçada, doce e comestível podendo ser utilizada na fabricação de sucos, doces e geleias (GAMA et al., 2011; CABRAL et al., 2013).

Figura 1. *Pouteria cf. Guardneriana* Radlk. **A** – Arvore; **B** – Fruto verde; **C** – Fruto maduro.



Fonte: Próprio Autor, (2020).

Diversos estudos de espécies do gênero *Pouteria* indicam a presença de compostos bioativos associados à prevenção de uma série de doenças crônicas (SOARES & SILVA, 2018), como relatado por Sales et al., (2017) na utilização do epicarpo de *P. torta* como fonte de α -amilase no controle de diabetes tipo 2 e por Rocha et al., (2011), ao estudar os compostos fenólicos totais e taninos condensados em dez espécies de frutas do Cerrado, os quais obtiveram elevados teores para frutos de *P. Gardneriana*, principalmente para taninos condensados e, em função da elevada atividade antioxidante, desempenham papel importante na inibição do risco de doenças cardiovasculares.

Para Manfio & Lacerda (2016), as características finais de um produto alimentício dependem da qualificação e quantificação de todas as propriedades sensoriais e físico químicas, dos parâmetros de processos, métodos de conservação e embalagens empregadas. A caracterização e a quantificação dos compostos bioativos dos frutos nativos do Cerrado e seus resíduos contribuem para agregar valor e potencializar o uso comercial e industrial desses frutos (ALVES et al., 2013).

2.2 Processamento de frutos do cerrado na forma de geleia: características e aspectos tecnológicos

Devido à grande diversidade de frutas produzidas no Brasil, surge a oportunidade de elaboração de novos produtos, associando novos sabores às características nutricionais que beneficiam a saúde humana. A produção de geleia é uma alternativa de processamento de frutos, permitindo sua comercialização e oferta no mercado (GARCIA et al., 2017), além de ser um produto com boa aceitação sensorial e alto valor agregado, possui um mercado crescente que busca, cada vez mais, produtos processados de boa qualidade nutricional (OLIVEIRA et al., 2016).

A fabricação de geleia, torna frutos sazonais e nativos de certas regiões como o Cerrado, acessíveis para a população, permitindo seu consumo ao longo do ano e disponibilizando-os em todo o país. De acordo com Pineli et al. (2015), as geleias são feitas para preservar os frutos e devem reter, em grande parte, suas características nutricionais e sensoriais por longos períodos, além de facilitar o transporte e armazenamento.

Segundo a RDC n° 272 de 22 de setembro de 2005, geleia é um produto obtido a partir da cocção de frutas inteiras ou em pedaços, polpa ou suco, com adição de açúcar, com ou sem adição de água, além de pectina, ácidos e outros ingredientes. A geleia deve apresentar

consistência gelatinosa, umidade máxima de 38%, sólidos solúveis de 65% e pectina máxima de 2% (BRASIL, 1978; BRASIL, 2005b).

As geleias podem ser classificadas como comum ou extra, segundo o percentual de fruta ou de seus ingredientes. A geleia comum possui proporção mínima de 40 partes de frutas para 60 partes de açúcar, enquanto a extra, 50 partes de frutas para 50 partes de açúcar. Uma geleia de boa qualidade tecnológica deve conservar-se bem sem sofrer alterações, não deve ser açucarada e deve preservar o aroma e sabor da fruta original, além disso a legislação não permite a adição de corantes e aromatizantes (BRASIL, 1978; BRASIL, 2005b).

Para a fabricação de geleia, as frutas devem ser suficientemente maduras, pois apresentam melhor sabor, cor e aroma, além de riqueza em açúcar. Frutos ligeiramente verdes têm maior teor de pectina, uma vez que, durante o amadurecimento, a pectina é decomposta em ácido pectico, sem formação de gel (TORREZAN, 1997).

A acidez e pectina, presentes naturalmente nas frutas, contribuem para a formação de gel e textura da geleia. No entanto, quando há deficiência na composição natural do fruto, acidulantes e pectina podem ser adicionados à formulação, conforme preconizado pela legislação (BRASIL, 2005; BRASIL, 2010; SOUZA, BARROS & RODRIGES, 2016).

As pectinas compõem um grupo complexo de polissacarídeos estruturais presentes na parede celular primária e nas camadas intercelulares das plantas, encontradas em abundância em frutos e tecidos jovens tais como casca de frutas cítricas (BRANDÃO & ANDRADE, 1999). A pectina é um aditivo com função tecnológica de espessante, estabilizante, geleificante e emulsificante, conforme a RDC n°45 de 03 de novembro de 2010, cuja quantidade deve ser suficiente para obter o efeito desejado.

Dentre as fontes naturais de pectina destaca-se o maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims) (MARQUES et al., 2019). Composto por 53% de casca, albedo e flavedo; 20,90% de sementes e 26,10% de polpa, o maracujá amarelo é uma fruta muito utilizada pela indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética (RODRIGUES & SILVA, 2017).

O processamento de maracujá para produção de sucos, gera toneladas de resíduos que possuem descarte inadequado ou utilizado para ração animal. Os subprodutos gerados do processamento da polpa de maracujá, correspondem de 60 a 70% do peso do fruto. Dentre esses subprodutos, a casca do maracujá é rica em fibras solúveis, como a pectina, amplamente utilizada na indústria de alimentos como agente geleificante, espessante e estabilizante (NASCIMENTO FILHO & MELO FILHO, 2016; RODRIGUES & SILVA, 2017).

Em vista da grande variedade de matérias-primas fontes de pectina, existem também diferenças no poder geleificante de preparações de pectina. Dependendo da fonte de

extração, as pectinas apresentam características diferentes como grau de esterificação, tamanho das partículas, conteúdo de açúcares, entre outros, tendo, conseqüentemente propriedades funcionais como solubilidade e capacidade geleificante diferentes (NASCIMENTO FILHO & MELO FILHO, 2016).

Segundo Canteri, Wosiaki & Scherr (2012), a pectina deve ser constituída de, no mínimo, 65% de ácido galacturônico, e pode ser classificada como pectina de alta metoxilação (HMP ou AM) com grau de esterificação entre 50 e 75%, ou de baixa metoxilação (LMP ou BM) com grau de esterificação entre 20 e 45%.

As pectinas de alta metoxilação possuem considerável poder geleificante e são amplamente utilizadas para obtenção de geleias. A presença das cadeias laterais, principalmente de unidades de arabinose e galactose, favorecem a agregação em soluções concentradas, além de afetar as propriedades funcionais das pectinas como: solubilidade, gelificação, formação de filme, entre outras (BRANDÃO & ANDRADE, 1999).

A HMP gelifica em meio ácido, pH em torno de 3, e em altas concentrações de açúcar. Por outro lado, a LMP, formar géis na presença de cálcio em uma ampla faixa de pH com ou sem açúcar, dessa maneira, devido ao baixo teor de açúcar, os géis de LMP têm muitas aplicações em alimentos com baixas calorias e dietéticas (FU & RAO, 2001).

As propriedades de formação de gel de soluções aquosas de pectinas com ácido e açúcar variam de acordo com o grau de esterificação, dessa forma à medida que o grau de esterificação aumenta, a quantidade de açúcar e pH necessários para a gelificação também aumenta, e o tempo necessário para a gelificação diminui (GÜZEL & AKPINAR, 2019).

O ácido cítrico é um dos produtos químicos microbianos, produzido por via fermentativa por fungos como o *Aspergillus niger*, com ampla aplicação que variam de alimentos à cosméticos, além de farmacêuticos (STEIGER et al., 2019). Acidulante versátil, o ácido cítrico tem características de alta solubilidade, ação sequestrante de íons metálicos, que previne reações indesejáveis de oxidação, formação de cor e aromas em produtos alimentícios (TONG, et al., 2019).

Segundo a RDC n° 45 de 2010, o ácido cítrico é um aditivo alimentar autorizado para uso segundo as Boas Práticas de Fabricação (BPF). Classificado como INS 330, segundo o *Codex Alimentarius*, as classes funcionais do ácido cítrico são: acidulante, regulador de acidez, antioxidante e sequestrante.

Em geleias, para a firmeza do gel formado pela pectina é necessário o controle do pH. A relação entre pH, sólidos solúveis e pectina desempenha função significativa na textura de doces e geleias. O pH final deve ser entre 3,0 e 3,2, segundo descrito pelo Diagrama de

Rauch (JACKIX, 1988), o processo de acidificação pode ser feito utilizando ácidos orgânicos naturalmente encontrados em frutas, sendo o ácido cítrico o mais empregado (TORREZAN, 2015). O açúcar empregado com maior frequência na fabricação de doces no Brasil é a sacarose, proveniente da cana de açúcar. Segundo a RDC nº 271 de 22 de setembro de 2005, açúcar pode ser definido como a sacarose obtida a partir do caldo de cana ou beterraba. Também são considerados os monossacarídeos e demais dissacarídeos, podendo apresentar em diversas granulometrias (BRASIL, 2005a).

De acordo com a legislação, a geleia deve conter 65% de sólidos solúveis totais (SST). O açúcar constitui mais de 40% do peso total e 80% do total de sólidos em geleia e, além de seu efeito adoçante, contribui para a estabilidade da geleia, proporcionando melhor cor e brilho. O açúcar é adicionado atua como agente desidratante da pectina, favorecendo a aproximação das moléculas da cadeia, além de reduzir a atividade de água da geleia, logo os microrganismos deteriorantes não são capazes de sobreviver (BASU & SHIVHARE, 2010). Durante a etapa de cozimento, no processamento da geleia, em meio ácido, a sacarose será hidrolisada em glicose e frutose. O processo de hidrólise é denominado de inversão e evita a cristalização que pode ocorrer durante o armazenamento (TORREZAN et al., 2015).

2.3 Processamento de frutos do cerrado na forma de geleia: Embalagem e acondicionamento

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) determina que todo material em contato direto com o alimento e/ou bebida, nacional ou importado deve atender aos requisitos dispostos na legislação sanitária, organizada por tipo de material. Além disso, algumas normas estabelecem princípios gerais referentes aos materiais em contato com o alimento e requisitos específicos. A RDC nº 91 de 11 de maio de 2001, estabelece os critérios gerais e classificação de materiais para embalagens e equipamentos em contato de alimentos.

De acordo com a legislação, os produtos devem ser acondicionados de forma a assegurar proteção e os materiais empregados não devem interferir nas características de sua qualidade. Para embalagens herméticas, o produto não deve apresentar alterações físico químicas ou sensoriais após 14 dias de incubação a 35°C, a embalagem deve assegurar esterilidade comercial conforme metodologia específica. Os produtos em embalagens não herméticas, devem satisfazer os seguintes requisitos: bolores e leveduras até no máximo 10⁴ UFC/g (BRASIL, 1978; BRASIL, 2001; BRASIL, 2005b).

Após processados, geleias apresentam uma vida útil prolongada devido à baixa atividade de água do alimento que desfavorece o crescimento da maioria dos microrganismos. No entanto, a preservação das características originais dos alimentos por um maior período após o seu processamento consiste num grande desafio, visto que, as condições do ambiente de armazenamento, tais como embalagem, temperatura, umidade, luminosidade, bem como o tipo do material da embalagem utilizada, são aspectos que devem ser avaliados e controlados, visando à manutenção da qualidade dos produtos durante a sua vida-de-prateleira (MATTA, 2004).

Mudanças sensoriais estão diretamente relacionadas com as alterações na qualidade que os alimentos sofrem durante a sua estocagem. Estas mudanças, devido à degradação, podem resultar em rejeição do produto pelo consumidor. O sabor e o aroma são elementos importantes para a aceitação de um produto, porém estes são difíceis de serem mantidos ao longo da estocagem. Vários fatores afetam diretamente estes atributos, como o processo de produção, o material de embalagem e as condições de estocagem. Estes fatores causam modificações e reduzem a intensidade do sabor e aroma (LEICHTWEIS, 2011).

As geleias podem ser encontradas no mercado em embalagens de celofane, polipropileno e metálicas, sendo que Policarpo et al., (2007) e Menezes (2011) apontaram, em seus estudos, a embalagem de polipropileno como a que apresentou uma menor alteração na estabilidade da cor do doce em massa de umbu devido à sua baixa permeabilidade à água e à luz, uma vez que ambos os fatores desencadeiam reações químicas diversas nos alimentos, que culminam na alteração de cor.

A seleção da embalagem ideal a ser utilizada pode ser determinada por um conjunto de parâmetros físicos que possuem influência direta nas transformações ocorridas nas geleias, como por exemplo, os parâmetros de textura que podem, dentre outros, definir o padrão de qualidade do produto para comercialização. Alguns autores consideram a textura um aspecto de qualidade dos alimentos de importância superior à do sabor e da cor por influenciar significativamente na imagem do produto (CEREZAL & DUARTE, 2004)

Nesse contexto as embalagens plásticas podem ser constituídas por diferentes polímeros, como polipropileno, polietileno de baixa densidade, poliéster, dentre outros. Podem ser classificadas em homo ou copolímeros, dependendo do número de monômeros que compõem sua macromolécula. Sua capacidade de barreira e inércia são relativas, dependendo do tipo de polímero utilizado (CUNHA et al., 2019). Embalagens plásticas, geralmente, são as que mais interagem com os alimentos, pois são inerentemente permeáveis (AZEREDO, 2012; JORGE, 2013).

Do ponto de vista físico, o vidro é um líquido sub-resfriado rígido, sem ponto de fusão definido e com alta viscosidade, impedindo sua cristalização. Quimicamente, é uma substância amorfa, devido à união de substâncias inorgânicas (JORGE, 2013). Embalagens de vidro são as que garantem maior estabilidade do alimento em termos de interação embalagem-produto, pois são consideradas inertes quimicamente, ou seja, não possuem problemas com relação à migração de compostos, são rígidos, impermeáveis, além de contribuir na qualidade do produto evitando contaminações externas, porém possuem alto peso e custo, desfavorecendo em grande maioria seu uso (LICODIEDOFF, 2008; CUNHA, 2019). Além disso, o sistema de fechamento dessas embalagens, geralmente, é feito por material plástico ou metálico que pode favorecer a migração de compostos, o que pode prejudicar a qualidade dos alimentos (AZEREDO, 2012).

2.4 Inserção de frutos do cerrado na Alimentação escolar

A alimentação adequada e saudável é fundamental no desenvolvimento do indivíduo, principalmente de crianças e adolescentes em idade escolar, além da formação de hábitos alimentares saudáveis, contribui no aprendizado e rendimento escolar (RAPHAELLI et al., 2018). Além disso, o estado nutricional de crianças e adolescentes representa a condição de vida de uma população e indica sua perspectiva de vida e saúde na vida adulta (ANJOS e SILVEIRA, 2017).

A inclusão de alimentos regionais e da sociobiodiversidade no cardápio das escolas contribui para o aumento da produção agrícola familiar e da valorização dos produtos locais (GIRARDI et al., 2018). No entanto o estímulo ao consumo de alimentos regionais no âmbito da alimentação escolar é uma tarefa complexa. Para isso, os métodos de análises são ferramentas importantes para a construção da composição química e aceitação sensorial desses alimentos, além de serem parâmetros essenciais para o desenvolvimento de novos produtos com base em matérias-primas pouco exploradas.

A alimentação escolar gratuita é garantida por meio do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). Considerado um dos maiores programas de alimentação escolar do mundo, o PNAE se subsidia na Portaria Interministerial nº 1010, de 08 de maio de 2006, a qual considera:

Art. 1º - Institui as diretrizes para a Promoção da Alimentação Saudável nas Escolas de educação infantil, fundamental e nível médio das redes pública e privado, em

âmbito nacional, favorecendo o desenvolvimento de áreas que promovam e garantam a adoção de práticas alimentares mais saudáveis no ambiente escolar.

As normativas da Portaria são fundamentadas nas ações de educação alimentar e nutricional, na variedade de alimentos fornecidos de forma a respeitar à cultura e hábitos alimentares locais, e contribuir para o crescimento e desenvolvimentos dos alunos (OLIVEIRA, et al., 2018). Além disso, inserção da agricultura familiar na alimentação escolar, tornou-se obrigatório, a partir da Lei nº 11.947/2009, o uso de, no mínimo, 30% do fundo de recursos financeiros para aquisição de gêneros alimentícios.

No estado do Tocantins, Silva (2013) aponta em seus trabalhos deficiências nutricionais nos cardápios empregados em creches que recebem diariamente crianças de 0 a 5 anos de idade. A autora destaca que agravos de saúde como anemia ferropriva e hipovitaminose A não são prevenidos, uma vez que as quantidades mínimas de ferro e vitamina A não são ingeridas pelas crianças no ambiente escolar. Dessa forma, pelo PNAE, as comunidades agrícolas começaram a participar diretamente do fornecimento e distribuição de alimentos *in natura*, estimulando o desenvolvimento econômico e sustentável das comunidades, a redução da desigualdade social, da pobreza e da migração campo-cidade, pela redistribuição de renda aos agricultores familiares (FERIGOLLO et al., 2017).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral o aproveitamento do fruto da guapeva (*Pouteria cf. guardneriana* Radlk) na forma de geleia com ênfase na substituição da pectina comercial por albedo de maracujá, bem como o estudo da estabilidade das geleias processadas durante o armazenamento em diferentes embalagens e sua aplicabilidade na alimentação escolar.

3.2 Objetivos específicos

- Realizar o processamento da guapeva na forma de geleia;
- Avaliar a aceitação sensorial das formulações de geleias propostas;
- Otimizar as formulações das geleias por meio do teste de desejabilidade e superfície de resposta;
- Caracterizar as geleias quanto à: acidez titulável pH, sólidos solúveis, análise colorimétrica, sinérese, atividade de água (a_w), perfil de textura, perfil de carboidratos por cromatografia líquida (glicose, frutose e sacarose), carotenoides totais, compostos fenólicos totais, vitamina C, atividade antioxidante durante 150 dias de armazenamento;
- Determinar a vida-de-prateleira das geleias por meio de testes acelerados;
- Analisar a adequação e aplicabilidade das geleias na alimentação escolar.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Coleta dos frutos

Os frutos da guapeva (*Pouteria Gardneriana* Radlk) foram colhidos no cerrado local da cidade de Palmas, capital do Estado do Tocantins, sendo os frutos selecionados de acordo com o estado de maturação e conservação, sendo coletados apenas os frutos que apresentassem uma uniformidade visível. As guapevas foram, então, encaminhadas para o laboratório de Cinética e Modelagem de Processos da Universidade Federal do Tocantins, onde foram devidamente lavadas em água clorada a 3%, permanecendo imersas e em repouso durante cerca de 20 minutos para eliminar detritos e possíveis resíduos, em seguida as mesmas foram devidamente embaladas e armazenadas até o momento do processamento.

As frutas frescas foram submetidas a procedimentos tais como: descascamento/despulpamento /extração do suco, adição de água (se necessário), dissolução prévia da pectina, formulação (adição de açúcar, pectina e ácido), concentração à pressão atmosférica, enchimento a quente/fechamento da embalagem e rotulagem/armazenamento. Foi utilizado o albedo de maracujá como fonte de pectina, conforme descrito por Silva et al., (2012). O processamento foi cessado quando as geleias atingiram em torno de 65 °Brix.

4.2 Planejamento experimental e preparação das geleias

Para o processamento das geleias, foi utilizada metodologia de superfície de resposta com planejamento fatorial completo 2^3 , obtendo onze formulações de acordo com a metodologia proposta por Box e Draper (1987), que visa avaliar a influência de três fatores: ácido cítrico, razão polpa / açúcar e na concentração de albedo como fonte de pectina (variáveis independentes) nas respostas (análises físicas e químicas). A Tabela 1 mostra o delineamento experimental, bem como as variáveis codificadas e reais.

O modelo de otimização foi estimado incluindo o efeito de interação de acordo com o coeficiente de determinação (r^2), sendo este superior a 70%, permitindo inferir que o modelo explica alta porcentagem da variabilidade total

Tabela 1. Delineamento experimental 2³, para os ensaios de elaboração das geleias de guapeva.

Ensaio	Variáveis codificadas			Variáveis reais		
	X1	X2	X3	X1 (%)	X2 (m/m)	X3 (%)
1	+1	+1	+1	1	60/40	3
2	-1	-1	+1	0	40/60	3
3	+1	-1	+1	1	40/60	3
4	-1	+1	+1	0	60/40	3
5	+1	+1	-1	1	60/40	0
6	-1	+1	-1	0	60/40	0
7	+1	-1	-1	1	40/60	0
8	-1	-1	-1	0	40/60	0
9	0	0	0	0,5	50/50	1,5
10	0	0	0	0,5	50/50	1,5
11	0	0	0	0,5	50/50	1,5

Nota: X1= concentração de ácido cítrico (%); X2= razão polpa/açúcar (m/m) e X3= Concentração de albedo (%).

4.3 Análises microbiológicas

Cada formulação da geleia passou por análises microbiológicas para que posteriormente fossem avaliadas sensorialmente. A RDC 12 trata-se do Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos, a qual estabelece que geleias devem ser analisadas quanto a bolores e leveduras, cujo objetivo é detectar principalmente as leveduras osmofílicas que podem se desenvolver em alimentos com alta concentração de açúcar, entretanto também foram avaliados os patógenos alimentares *Staphylococcus*, *Salmonella* sp., coliformes totais, afim de garantir um alimento seguro ao consumo humano (BRASIL, 2001).

Para cada formulação foi pesado assepticamente uma amostra de 25g de geleia, esta foi diluída e homogeneizada em 225 ml de água peptonada 0,1%. As preparações das diluições decimais subsequentes foram realizadas em tubos contendo 9,0 ml de água peptonada 0,1%. As análises microbiológicas foram realizadas em triplicata com uma repetição, de acordo com as metodologias descritas abaixo:

4.3.1 Contagem de bolores e leveduras

O Agar batata dextrose foi o meio utilizado para a determinação de bolores e leveduras. O meio foi diluído em água destilada, subsequente de homogeneização e aquecido em micro-ondas durante 10 minutos, seguido de autoclavagem. Logo após o processo de esterilização na autoclave o meio foi distribuído em placas de Petri estéreis com uma alíquota de aproximadamente 25 ml (SAMSÓN, 2004).

As diluições seriadas (10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3}) primeiramente preparadas foram realizadas pelo método de plaqueamento em superfície. Inoculou-se 0,1ml de cada diluição na superfície do meio Agar batata dextrose solidificado nas placas de Petri e, com auxílio de uma alça de Drigalski, foi espalhado o inóculo em toda sua superfície. As placas foram incubadas em estufa *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) Cienlab por 7 dias sob temperatura de 25°C e o resultado foi expresso pelo número de Unidades Formadoras de Colônia (UFC) por grama de amostra (SAMSÓN, 2004).

4.3.2 Análise de coliformes totais e termotolerantes (45°C)

Para análise do teste presuntivo de coliformes totais foi utilizado o meio *Lauril Sulfato Triptose* (LST). O meio foi diluído em água destilada e levado a autoclave, logo após alíquotas de 1mL de cada diluição foram inoculadas em séries de três tubos contendo 10 ml de LST. Os tubos de ensaio foram incubados em estufa bacteriológica por 48 horas a 35°C \pm 2. Posteriormente ao período de incubação foram feitas as leituras dos tubos, onde foi verificada a formação de gases e turvação do caldo (SILVA et al., 1997).

4.3.3 Análise de *Salmonella* sp.

Foram utilizados os meios *Salmonella Shigella* (SS) e Agar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD) para a determinação de *Salmonella* sp. Primeiramente pegou-se uma alíquota de 1mL da solução controle homogeneizada e transferiu-se para um tubo de ensaio contendo 9 ml de Caldo Rappaport -Vassiliadis totalizando 10 ml e deixou em repouso por 24 horas a 35°C \pm 2 em estufa bacteriológica para enriquecimento do microrganismo. Após as 24 horas do enriquecimento com o auxílio de uma alça de níquel foram feitas as estrias nas placas de Petri contendo os meios seletivos de *Samonella* (SS e XLD) e levou novamente a estufa por mais

24 horas, após esse período foram feitas as leituras nos parâmetros ausência ou presença do microrganismo (SILVA et al., 1997).

4.3.4 Análise de *Staphylococcus*

Foi utilizado o meio ágar manitol para a determinação de *Staphylococcus aureus*. Após o processo de verter os meios nas placas de Petri e esperar a solidificação inoculou-se 0,1 ml em três placas e 0,3ml em nove placas para a diluição 10^{-1} , as demais diluições (10^{-2} e 10^{-3}) foram inoculadas com a alíquota de 0,1ml em três placas com o meio já solidificado, posteriormente com auxílio de uma alça de Drigalski, foi espalhado o inóculo em toda sua superfície. As placas foram incubadas em estufa bacteriológica por 48 horas sob temperatura de $35^{\circ}\text{C} \pm 2$, após esse período foram feitas as leituras nos parâmetros ausência ou presença do microrganismo.

4.4. Análise sensorial com provadores não treinados

Para que a análise sensorial fosse realizada, o projeto foi submetido à apreciação do Comitê de Ética da Universidade Federal do Tocantins ao qual foi aprovado com Certificado de Apreciação Ética número 93357718.3.0000.5519 e parecer número 3.096.189.

Para esta etapa cada formulação foi submetida a testes de aceitação para os atributos de sabor, textura, impressão global, atitude e intenção de compra. A escala hedônica estruturada de nove pontos foi utilizada de acordo com as seguintes classificações hedônicas: 9- Gostei muitíssimo; 8- Gostei muito; 7- Gostei moderadamente; 6- Gostei; 5- Indiferente; 4- Não gostei; 3- Não gostei moderadamente; 2- Não gostei muito e 1 – Desgostei. Para intenção de compra uma escala de cinco pontos estruturados foi utilizada, de acordo com as seguintes avaliações: 5- Certamente compraria; 4- Possivelmente compraria; 3- Talvez comprasse ou talvez não comprasse; 2- Possivelmente não compraria; 1- Certamente não compraria. A análise sensorial foi realizada com provadores não-treinados, em cabines individuais com luz ambiente e temperatura fixada em 25°C , usando copos de plástico de 50 ml codificados com números de três dígitos, acompanhados de água e bolacha água e sal e água onde os provadores eram instruídos a comer entre as formulações a fim de minimizar os interferentes advindo das outras formulações (STONE E SIDEL, 2005). Devido à grande quantidade de formulações a análise sensorial foi realizada em dois dias, sendo que no primeiro dia foram

servidas as 6 (seis) primeiras formulações e no segundo as 5(cinco) formulações restantes, sendo que os mesmos provadores participaram em ambos os dias afim de avaliar as formulações em um todo, ambas as fichas de aceitação sensorial estão expostas no anexo A.

4.5. Planejamento experimental para acompanhamento da estabilidade físico-química das geleias de guapeva

Para avaliar a estabilidade das geleias durante o armazenamento foi seguido um planejamento fatorial completo triplo com 2 repetições. Os fatores avaliados serão: embalagens (saco de polietileno de baixa densidade e potes de polipropileno) X temperatura (25, 35 °C) X tempo de armazenamento (0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias). Todas as amostras foram avaliadas quanto a parâmetros físico-químicos.

4.6. Acompanhamento da características físico-químicas das geleias de guapeva durante o armazenamento

4.6.1. Determinação de sólidos solúveis

A determinação dos sólidos solúveis foi realizada de forma direta através de um refratômetro analógico da marca AKSO modelo RHBO-90. Ambos os procedimentos seguiram as metodologias propostas pela AOAC (2005).

4.6.2. Sinérese

A presença de sinérese na geleia de guapeva foi determinada por gravimetria utilizando-se um béquer de 250 ml e uma peneira comum. O volume de líquido exsudado no fundo do béquer foi pesado e utilizado para o cálculo da porcentagem de sinérese de acordo com Khouryier et al., (2005). Os resultados foram expressos em gramas de líquido liberado.100g⁻¹ de geleia.

4.6.3. Cor

A análise de cor foi realizada a 25°C usando um colorímetro digital (Minolta CR4000, fonte de luz D65 em espaço de cor L*, a*, b* no sistema CIELAB). A calibração foi realizada com placa branca, seguindo as instruções do fabricante. Os resultados foram expressos em L* (luminosidade) que varia de 0 (preto) a 100 (branco); o a* varia de -a* (verde;) a +a* (vermelho) e o b* de -b* (azul) a +b* (amarelo), croma (saturação ou intensidade da cor; 0 - cor impura e 60 - cor pura) e o ângulo hue (ângulo da cor; 0° vermelho; 90° amarelo; 180° verde; 270° azul e 360° negro). Todas as análises foram feitas em triplicata com três repetições.

4.6.4. Atividade de água (a_w)

A atividade de água foi determinada utilizando o equipamento Aqualab CX – 2. As amostras, aproximadamente 2,5 gramas foram dispostas em recipientes de plásticos e deixadas em ambiente com temperatura controlada $25 \pm 0,5^\circ\text{C}$ até o momento da análise.

4.6.5. Perfil de textura

A análise do perfil de textura foi realizada, segundo Friedman et al. (1963), utilizando texturômetro TA-XT2, com probe cilíndrica de aço inoxidável de fundo chato de 20mm de diâmetro e os resultados obtidos da curva força x tempo foram calculados pelo programa *Texture Expert* Versão 1.22 para TPA (*Texture Profile Analysis*). As condições de medidas foram padronizadas em: velocidade de pré-teste de 2,0 mm/s; velocidade de teste de 1,0 mm/s; velocidade de pós-teste de 10,0 mm/s, distância de compressão de 10,0 mm e tempo entre duas compressões de 5 s. No perfil de textura foram utilizadas seis características: dureza, adesividade, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade. As análises foram realizadas em becker de vidro contendo 250g de geleia.

4.6.6. Perfil de carboidratos por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC)

Para construção da curva de carboidratos foram utilizados padrões de glicose, frutose e sacarose (Sigma Aldrich®) (Tabela 2). Os solventes de graus cromatográficos foram filtrados com filtros de seringa PVDF (0,22 μm). As amostras foram mantidas sob refrigeração até o

momento de cada análise. Utilizou-se um sistema de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência, Agilent Technologies (modelo 1260 Infinity II), equipado com forno, injetor automático de amostras, detector de índice de refração, marca Agilent (modelo G 7116 A), uma coluna Agilent, Hi-Plex Ca USP L19 (250 x 4,0mm), com grupos amina ligados quimicamente a sílica, e pré-coluna CLC-ODS (Shimadzu). A fase móvel usada foi água ultrapura, com vazão de 0,2 ml/min., na temperatura de forno de 80 °C, com temperatura de detector de 40 °C, onde 10 µl de cada amostras foram injetados no cromatógrafo.

Tabela 2. Descrição, tempo de retenção e detecção dos padrões de carboidratos utilizados nas análises.

Composto	Fórmula molecular	Pureza (%)	Marca	TR*	Deteção**
Glicose	C ₆ H ₁₂ O ₆	99,5	Sigma Aldrich [®]	8,82 ± 0,5	RID
Frutose	C ₆ H ₁₂ O ₆	99,0	Sigma Aldrich [®]	9,58 ± 0,5	RID
Sacarose	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	99,5	Sigma Aldrich [®]	7,45 ± 0,5	RID

* TR: Tempo de retenção; RID**: Detector Índice de Refração.

4.7. Compostos bioativos nas geleias de guapeva

4.7.1. Compostos fenólicos totais

O conteúdo fenólico total foi determinado de acordo com o método de Folin-Ciocalteu (WATERHOUSE, 2002). Para a elaboração do extrato, seguiu a metodologia proposta por Oliveira et al. (2012). Os extratos (0,5 ml) foram misturados com 2,5 ml de reagente Folin-Ciocalteu (10%) e 2 ml de solução de carbonato de sódio (4%). A mistura foi agitada e mantida à temperatura ambiente durante 2 horas em ambiente escuro. A absorbância foi medida a 750 nm contra um branco. Os resultados foram expressos em mg equivalente de ácido gálico (EAG). 100 g⁻¹.

4.7.2. Obtenção de extratos

Para a obtenção dos extratos foi utilizada a metodologia descrita por Palioto et al., (2015). Os extratos foram utilizados para determinar os valores de carotenoides totais, vitamina C, bem

como a atividade antioxidante através dos protocolos ABTS^{•+}, DPPH, FRAP e Fosfomolibdênio.

4.7.3. Carotenoides totais

A determinação do teor de carotenoides totais foi realizada de acordo com o método de Higby (1962). Homogeneizou-se 10 g de amostra com 40 ml de solução extratora de álcool isopropílico:hexano (3:1). O conteúdo foi transferido para funil de separação de 125 ml, envolto em papel alumínio, ao qual foram adicionados 50 ml de água destilada. Deixou-se em repouso por 30 minutos. O conteúdo foi filtrado, utilizando-se algodão pulverizado com sulfato de sódio anidro. A absorbância foi medida a 450 nm contra um branco em espectrofotômetro digital (Rayleigh, UV-1800). Os resultados foram expressos em mg de carotenoides totais. 100g⁻¹.

4.7.4. Vitamina C

O teor de vitamina C de cada geleia foi determinado pelo método colorimétrico com 2,4-dinitrofenilhidrazina (2,4-DNPH), conforme Strohecker e Henning (1967). O teor de ácido ascórbico foi extraído das amostras com o uso de ácido oxálico na concentração de 0,05%. A absorbância foi medida a 520 nm contra um branco em espectrofotômetro digital (Rayleigh, UV-1800). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico. 100 g⁻¹.

4.7.5. DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil)

A capacidade de eliminação de radicais livres de DPPH foi estimada usando o método proposto por Brand - Williams et al., (1995) adaptado por Rufino et al., (2007). Os extratos das geleias em diferentes concentrações (0,1 ml) foram colocados para reagir com 3,9 ml da solução radical DPPH por 30 min em ambiente escuro. A absorbância foi medida a 515 nm contra um branco em espectrofotômetro digital (Rayleigh, UV-1800). Os resultados foram expressos em EC50 (g de geleia. g⁻¹ de DPPH).

4.7.6. ABTS^{•+} (2,2 - azino-bis-(3-etilbenzenotiazolina-6-ácido sulfônico))

A determinação da atividade antioxidante pelo método ABTS^{•+} foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995) adaptada por Rufino et al., (2007a). O cátion do radical 2,2 - azinobis (ABTS^{•+}) foi gerado pela reação de 5 ml de solução aquosa de ABTS (7 mm) com 88 µL de persulfato de potássio de 140 mm (concentração final de 2,45 mm). A mistura foi mantida no escuro por 16 h antes do uso e depois diluída com etanol para obter uma absorvância de $0,7 \pm 0,05$ unidades a 734 nm usando um espectrofotômetro digital (Rayleigh, UV-1800). A diminuição da absorvância a 734 nm foi medida após 6 min. Soluções etanólicas de concentrações conhecidas de Trolox foram usadas para calibração (100 – 2,000 µM). Os extratos das geleias (30 µL) foram colocados para reagir com 3 mL da solução radical ABTS^{•+} verde azulada. Os resultados foram expressos como µmol de trolox. g⁻¹.

4.7.7. FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*)

A determinação da atividade antioxidante pelo método FRAP foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Rufino et al., (2006). O reagente FRAP foi preparado utilizando três soluções contendo tampão acetato de 0,1 mol L⁻¹, pH 3,6; TPTZ 10 mol L⁻¹, acidificado com HCl concentrado e cloreto férrico 20 mmol L⁻¹, respectivamente. Para cada ensaio, uma alíquota de 90 µL de cada diluição dos extratos foram misturados com 270 µL de água destilada e 2,7 ml do reagente FRAP. A absorvância foi medida a 595 nm em espectrofotômetro digital (Rayleigh, UV-1800). Os resultados foram expressos em µM de sulfato ferroso. g⁻¹.

4.7.8. Fosfomolibdênio

A capacidade antioxidante total das geleias também foi avaliada pelo método do fosfomolibdênio proposto por Prieto et al., (1999). Onde 2 ml dos extratos, foram adicionados 1 ml de solução reagente (ácido sulfúrico 0,6 M, fosfato de sódio 28 mM e molibdato de amônio 4 mM). A absorvância de cada solução foi medida a 695 nm contra o branco do reagente utilizando espectrofotômetro digital (Rayleigh, UV-1800). Os resultados foram expressos como miligrama equivalente ao ácido ascórbico (EAA). g⁻¹ de geleia.

4.8. Testes acelerados de vida de prateleira (TAVP)

Para a determinação da vida de prateleira por meio de testes acelerados, forma determinadas sequencialmente as ordens de reações de deterioração, a constante de velocidade da reação (k), a energia de ativação e o fator de aceleração da temperatura Q_{10} por meio dos dados físico-químicos. Tal ordem de reação foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Teixeira Neto (2004), seguindo o protocolo descrito abaixo:

- Plotou-se um gráfico com os dados obtidos em escala linear, a variável em função do tempo, onde ao observar que os dados se ajustavam a uma reta, seria reação de ordem zero.
- Plotou-se um gráfico em escala monologarítmica, a variável em questão foi em função do tempo, onde ao observar que os dados se ajustavam a uma reta, então seria reação de primeira ordem.
- Plotou-se um gráfico, em escala linear, o inverso do parâmetro em função do tempo, onde ao observar que os dados se ajustavam a uma reta, a reação era de segunda ordem.

Encontrada a ordem da reação, a inclinação da reta obtida, indica o valor da constante da velocidade da reação (k).

Para a determinação da ordem de reação e sua constante de velocidade foi utilizada a equação de Arrhenius (Equação 1) representada graficamente pela constante da velocidade da reação versus o inverso da temperatura (em escala absoluta), sendo a inclinação da reta obtida igual à E_a/R , em que o parâmetro R é a constante dos gases ideais ($1,987 \text{ cal}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$). Ao obter E_a foi determinado o fator de aceleração da temperatura (Q_{10}) (Equação 2).

$$\ln K = \frac{-E}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) + \ln k_0 \quad (1)$$

$$Q_{10} = 10^{\frac{E}{0,46 \cdot T^2}} \quad (2)$$

Onde:

E = Energia de Ativação; T = Temperatura Absoluta Final; T_0 = Temperatura Absoluta de Referência; K = Constante de Velocidade da Reação. Sendo T a temperatura média estudada em Kelvin.

4.9. Viabilidade de inserção da geleia na merenda escolar em escolas do estado do Tocantins

No intuito de avaliar a aceitação por parte de crianças e possível viabilidade para inserção dos produtos na alimentação escolar foi realizada a aplicação de teste afetivo em crianças já alfabetizadas, com escala hedônica de expressão facial em cinco categorias similar a proposta por Gastaldon et al., (2007) (Figura 1). Esse método utiliza como forma de avaliação desenhos, expressando o quanto gostou ou desgostou da amostra e é recomendado para análise de produtos destinados ao consumo infantil (HURSTI, 1999).






Após a definição das unidades escolares em conjunto com os responsáveis pela gestão da alimentação escolar, a equipe executora solicitou a assinatura de um termo de autorização e concordância por parte dos pais e/ou responsáveis, atestando que a criança não possuía qualquer restrição quanto ao consumo do produto, sendo que, para embasar essa autorização, o referido termo apresentou descrição da formulação das geleias. Toda análise envolvendo menores de idade só foi conduzida após aprovação na íntegra pelo comitê de ética e pesquisa da Universidade Federal do Tocantins. As geleias foram submetidas ao teste de aceitação em sala própria da escola, realizando a avaliação em um aluno por vez. Cada prova foi feita em cabines individuais, tipo urna, sendo que o provador foi auxiliado, pelos pesquisadores, para o preenchimento das respostas.

Figura 2. Modelo de escala hedônica apresentada a crianças.

TESTE DE ACEITAÇÃO DA ALIMENTAÇÃO ESCOLAR

Nome _____ Série _____ Data _____

Marque a carinha que mais represente o que você achou do _____

				
Detestei	Não Gostei	Indiferente	Gostei	Adorei
1	2	3	4	5

Diga o que você **mais** gostou na preparação: _____

Diga o que você **menos** gostou na preparação: _____

Fonte: Gastaldon et al. (2007).

4.10. Análise estatística

Para otimização das 11 formulações submetidas à análise sensorial, foram utilizadas as metodologias de desejabilidade global (GRANATO et al., 2014) e superfície de resposta (BOX; DRAPER, 1985), utilizando o programa *Statística 7.0*, com o objetivo de estimar as melhores formulações a ser armazenada por 150 dias. Em seguida, os dados físico-químicos foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$) e, no caso de significância estatística, foram utilizados intervalos de confiança (95%), teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando o programa *Statística 7.0*. A análise de regressão foi usada para explicar as mudanças no tempo sob a influência da temperatura e da embalagem, e o melhor modelo de regressão foi escolhido por meio do coeficiente de determinação (r^2).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Resultados microbiológicos

A Tabela 3 demonstra os resultados das análises microbiológicas das onze formulações de geleias propostas. Os resultados demonstram que as onze formulações apresentaram valores de bolores e leveduras dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente, que é de até 10^4 UFC. g^{-1} , além da ausência de contaminação por *Staphylococcus*, coliformes totais e termotolerantes e *Salmonella* sp. Nesse contexto, a RDC N° 12 de 2 de janeiro de 2001, determina o valor limite para bolores e leveduras e *Salmonella* sp.

Tabela 3. Resultados microbiológicos das formulações de geleias propostas de acordo com o planejamento experimental.

Formulações	Bolores e Leveduras	<i>Salmonella</i> sp.	<i>Staphylococcus</i>	Coliformes a 45 °C
01	< 10^4 UFC g^{-1}	Ausência	< 10 UFC g^{-1}	< 3 NMP g^{-1}
02	< 10^4 UFC g^{-1}	Ausência	< 10 UFC g^{-1}	< 3 NMP g^{-1}
03	< 10^4 UFC g^{-1}	Ausência	< 10 UFC g^{-1}	< 3 NMP g^{-1}
04	< 10^4 UFC g^{-1}	Ausência	< 10 UFC g^{-1}	< 3 NMP g^{-1}
05	< 10^4 UFC g^{-1}	Ausência	< 10 UFC g^{-1}	< 3 NMP g^{-1}
06	< 10^4 UFC g^{-1}	Ausência	< 10 UFC g^{-1}	< 3 NMP g^{-1}
07	< 10^4 UFC g^{-1}	Ausência	< 10 UFC g^{-1}	< 3 NMP g^{-1}
08	< 10^4 UFC g^{-1}	Ausência	< 10 UFC g^{-1}	< 3 NMP g^{-1}
09	< 10^4 UFC g^{-1}	Ausência	< 10 UFC g^{-1}	< 3 NMP g^{-1}
10	< 10^4 UFC g^{-1}	Ausência	< 10 UFC g^{-1}	< 3 NMP g^{-1}
11	< 10^4 UFC g^{-1}	Ausência	< 10 UFC g^{-1}	< 3 NMP g^{-1}

*UFC = Unidade formadora de colônia; NMP = Número mais provável.

No entanto, a presença de coliformes totais e *Staphylococcus* pode demonstrar deficiência no processamento das geleias; portanto, a ausência desses microrganismos indica o processamento asséptico e confirma a segurança do produto para consumo humano.

5.2. Análise sensorial e otimização

Dos 46 provadores que realizaram a análise sensorial 63,04% eram do sexo feminino e 36,96% do sexo masculino. A faixa etária de 16 a 25 anos correspondeu a 36,95% dos provadores, enquanto 34,8% deles tinham entre 25 e 35 anos e 4,43% tinham mais de 50 anos. Ao serem questionados sobre o conhecimento da guapeva, 78,20% relataram não consumir e nem conhecer o fruto, esse dado pode ser justificado devido sazonalidade da guapeva e a escassez de informações na literatura sobre frutos nativos do cerrado, destacando o ineditismo e a relevância dos resultados obtidos nesse estudo. Os resultados obtidos na avaliação sensorial do aroma, sabor, textura, impressão geral e intenção de compra são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados da análise sensorial das geleias de guapeva.

Formulações	Aroma	Sabor	Textura	Impressão global	Intenção de compra
01	6,15 ^h	5,86 ⁱ	5,89 ^h	6,10 ^h	2,82 ^h
02	6,54 ^b	6,67 ^d	7,06 ^a	7,04 ^a	3,76 ^a
03	6,56 ^a	6,76 ^b	6,30 ^e	6,60 ^b	3,52 ^b
04	5,95 ^j	5,39 ^k	5,73 ⁱ	5,76 ^j	2,67 ⁱ
05	5,89 ^k	5,76 ^j	5,52 ^j	5,73 ^k	2,67 ⁱ
06	6,02 ⁱ	5,89 ^h	6,23 ^f	6,17 ^g	3,08 ^f
07	6,28 ^f	5,91 ^g	5,41 ^k	6,04 ⁱ	3,08 ^f
08	6,30 ^e	6,32 ^f	6,63 ^c	6,49 ^c	3,41 ^c
09	6,32 ^d	6,95 ^a	6,65 ^b	6,28 ^f	3,30 ^d
10	6,23 ^g	6,69 ^c	5,95 ^g	6,41 ^d	3,02 ^g
11	6,34 ^c	6,43 ^e	6,52 ^d	6,40 ^e	3,13 ^e

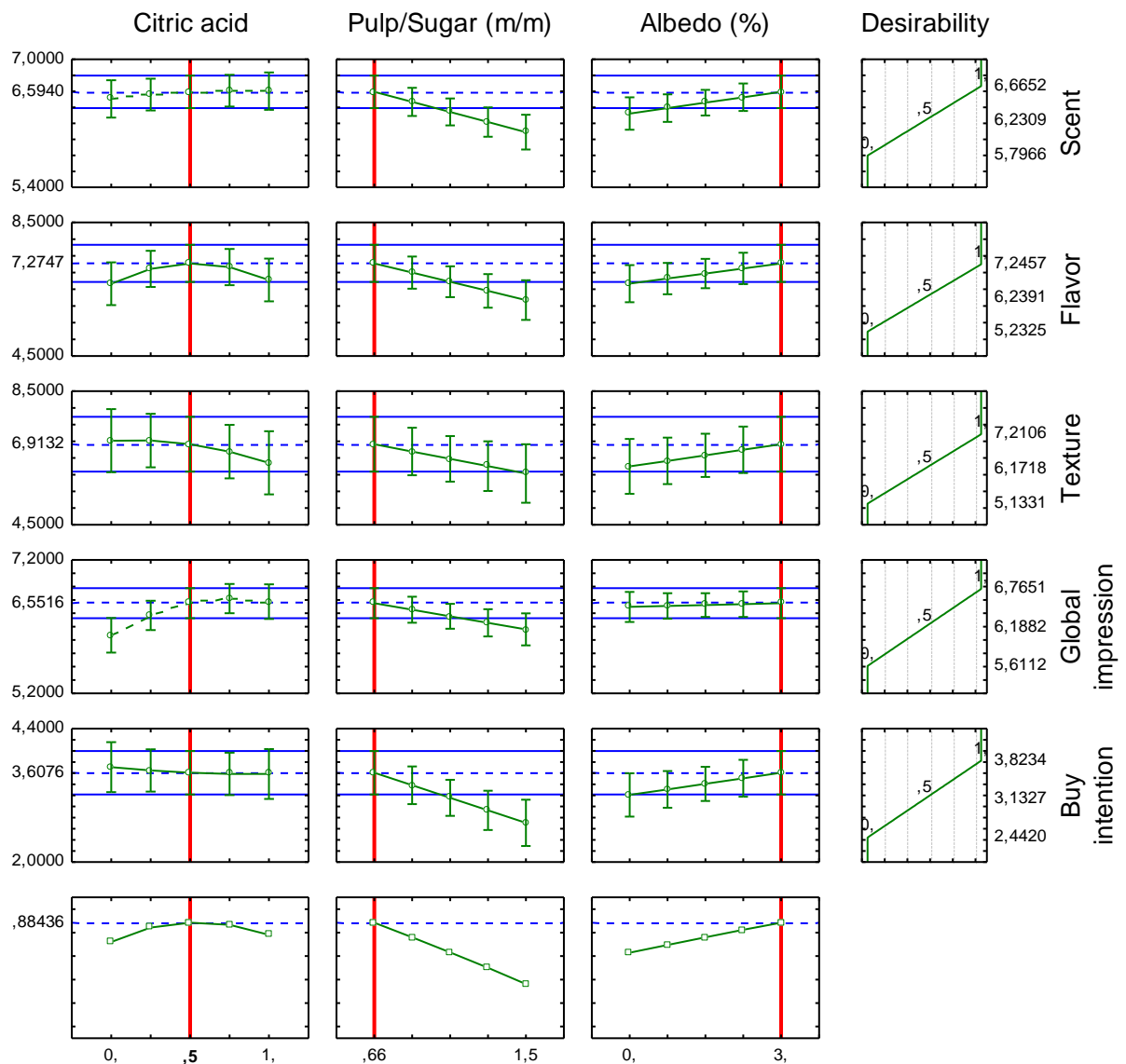
* Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Para o atributo aroma, observou-se que houve diferença estatística entre as 11 formulações de geleias em relação à escala hedônica proposta. A pontuação dada pelos provadores (5,89 a 6,56) indica uma faixa de aceitação entre "não gostei e gostei um pouco". Quanto ao atributo sabor, as notas variaram de 5,39 a 6,95, com diferença estatística para todas as formulações analisadas. Para esse atributo, a formulação nove obteve a maior média.

Para a pontuação do atributo de textura, observou-se diferença entre as geleias estudadas que receberam notas de 5,41 a 7,06 o que implica dizer que os provadores gostaram moderadamente das formulações ao avaliar o esse atributo. Para a impressão global, foi

observado o maior escore de aceitação de 7,04 (F2), indicando a faixa de aceitação de “gostei moderadamente”. Todas formulações de geleias foram aceitas em relação aos atributos avaliados; no entanto, a formulação 2 obteve as maiores pontuações para um número maior de atributos, sendo armazenada por 150 dias. A Figura 3 mostra a avaliação quanto a desejabilidade das amostras, onde são apresentadas as especificações (mínima, ótima e máxima) referentes aos resultados obtidos para formulações otimizadas para os atributos aroma, sabor, textura, impressão global e intenção de compra.

Figura 3. Perfil dos valores otimizados pelo teste de desejabilidade para análise sensorial de geleias de guapeva.

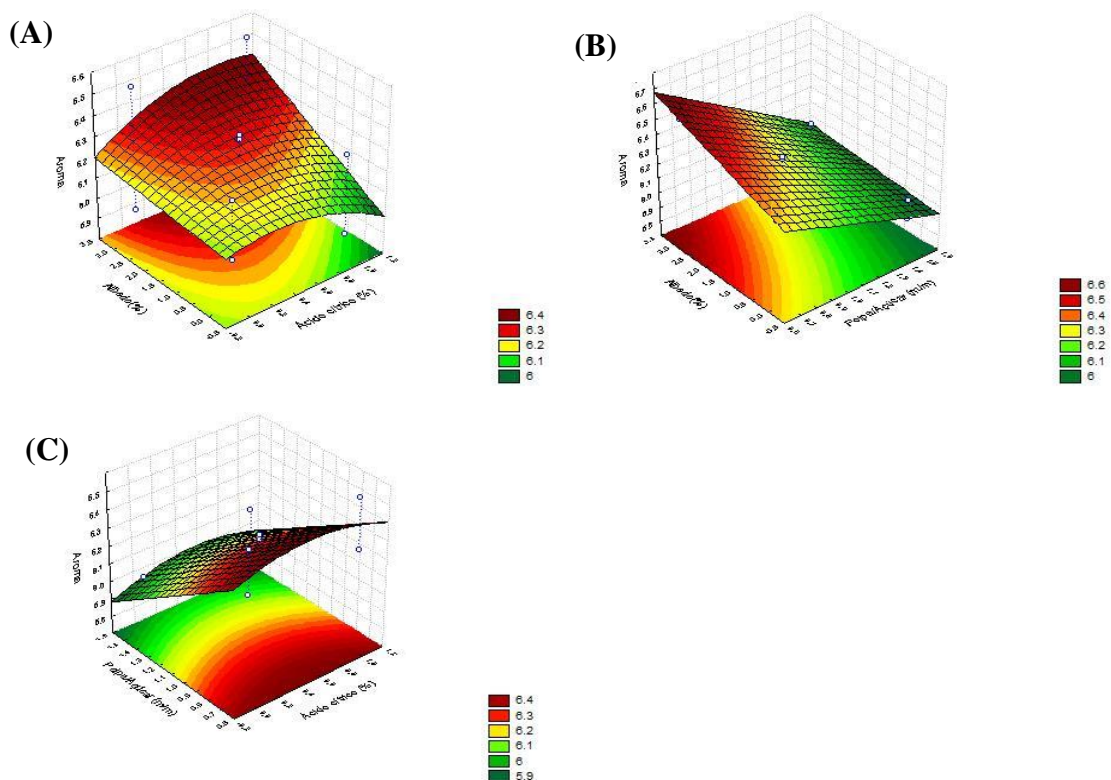


De acordo com a Figura 3, para obtenção dos valores ótimos de desejabilidade, os melhores ajustes são 0,5% de ácido cítrico, 40/60 polpa/açúcar e 3% de albedo de maracujá.

Conforme descrito por Bianchin et al. (2017), os parâmetros desejáveis descritos pela análise de desejabilidade estão dispostos onde estão as linhas vermelhas verticais, confirmando assim que a melhor formulação para todos os atributos sensoriais analisados foi a formulação 2, confirmando o observado no teste de tukey, sendo essa a amostra armazenada para determinação da vida útil.

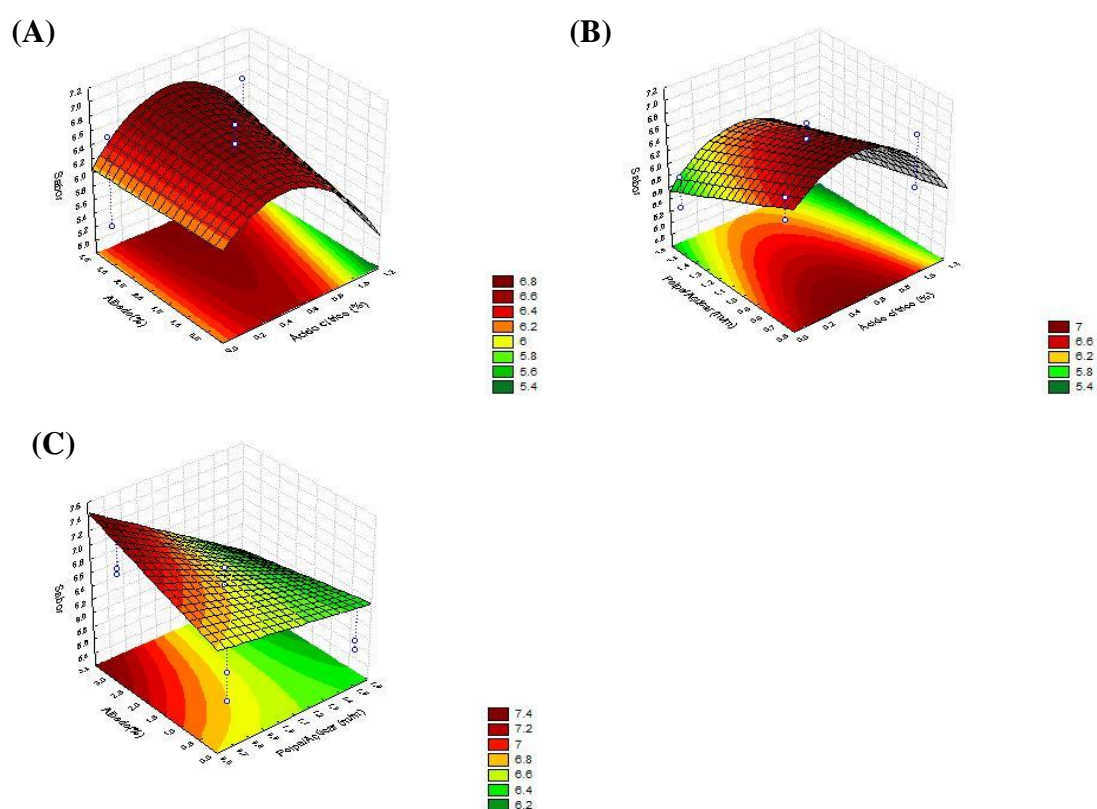
Avaliando separadamente os atributos submetidos à otimização por meio da superfície de resposta podemos observar na Figura 4 o comportamento estimado para o aroma das formulações, em que as maiores notas são atribuídas a formulações com menor razão polpa/açúcar e maiores concentrações de albedo, fato esse que corrobora com o descrito no teste de aceitação sensorial, visto que a formulação três apresenta essa relação para as variáveis em estudo, sendo a preferida entre os provadores, quando avaliado o aroma. Nesse contexto, Perfeito (2017) destaca que o desconhecimento do sabor e aroma peculiar de frutos regionais pode ser um fator que influencia na aceitação sensorial principalmente no atributo aroma. Assim, destaca-se o fato de que boa parte dos provadores nunca tinham consumido a guapeva e optando, portanto, por formulações com menor quantidade de polpa e, conseqüentemente, aroma menos acentuado do fruto.

Figura 4. Superfície de resposta do atributo aroma em função do ácido cítrico x albedo (A), ácido cítrico x ratio polpa/açúcar (B), albedo x ratio polpa/açúcar (C);



Quanto ao sabor (Figura 5), observou-se que o atributo foi potencializado nas proporções proporção 50/50 ratio polpa/açúcar, 0,5% de ácido cítrico e 1,5% de albedo como fonte de pectina. Esses parâmetros foram verificados nas formulações 09 e 10, com médias entre 6,69 e 6,95, respectivamente. Observando o gráfico da superfície de resposta 4A, é possível verificar que os valores ótimos estão na faixa de ácido cítrico entre 0,2 e 0,6%, demonstrando correlação entre os resultados obtidos pelo teste de Tukey e a superfície de resposta para este atributo. Segundo Cunha (2016), o ácido cítrico é responsável por dar um sabor mais palatável ao produto, fato também verificado neste estudo, uma vez que em concentrações mais altas desse constituinte haverá uma tendência a atribuir notas mais elevadas pelos provadores.

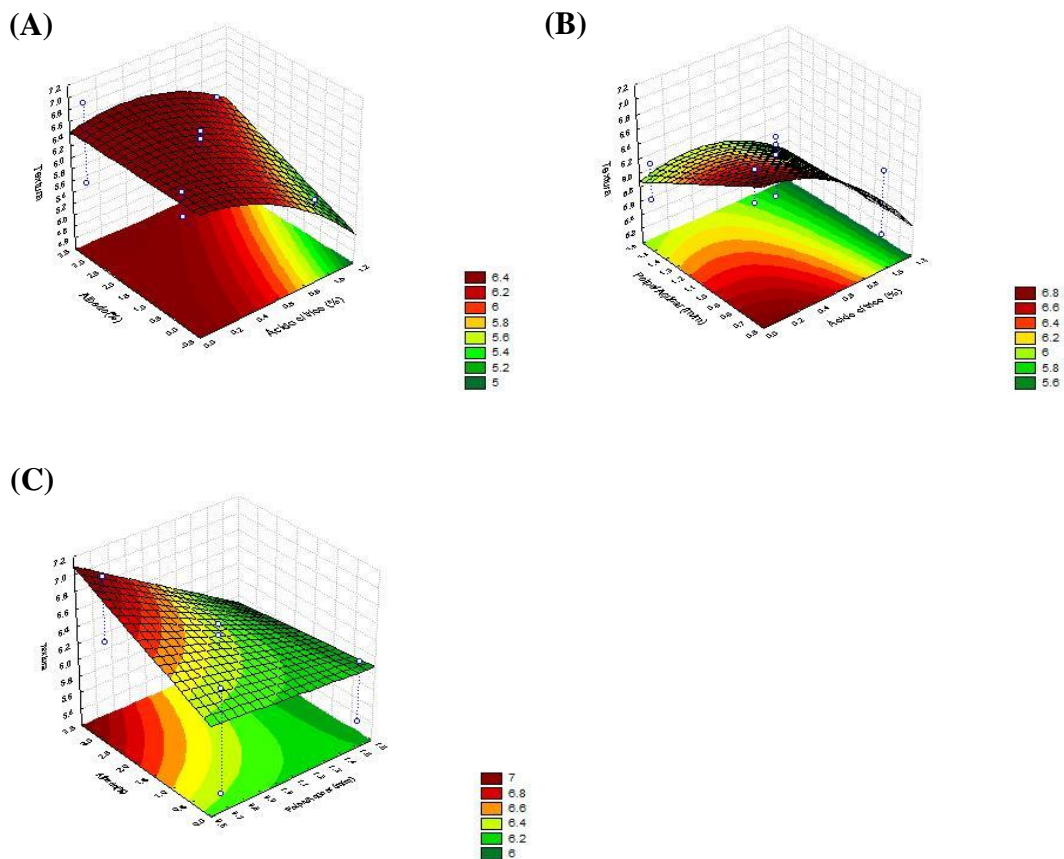
Figura 5. Superfície de resposta do sabor em função do ácido cítrico x albedo (A), ácido cítrico x ratio polpa/açúcar (B), albedo x ratio polpa/açúcar (C).



Para o atributo textura (Figura 6), observou-se que quanto menor a quantidade de ácido cítrico e maior a quantidade de albedo, melhor será a textura da geleia, sendo a formulação 2 a que obteve melhores resultados. Observou-se também que apenas o albedo do

maracujá proporcionou consistência adequada ao produto elaborado, devido às suas propriedades geleificante, espessantes e estabilizadoras, fato também verificado no trabalho de Coelho et al. (2017), onde o albedo de maracujá foi o agente geleificante para dar às geleias a textura adequada. Portanto na produção de geleia de guapeva com albedo da casca do maracujá não se faz necessário a adição de pectina comercial para se tornar um produto atrativo ao consumidor.

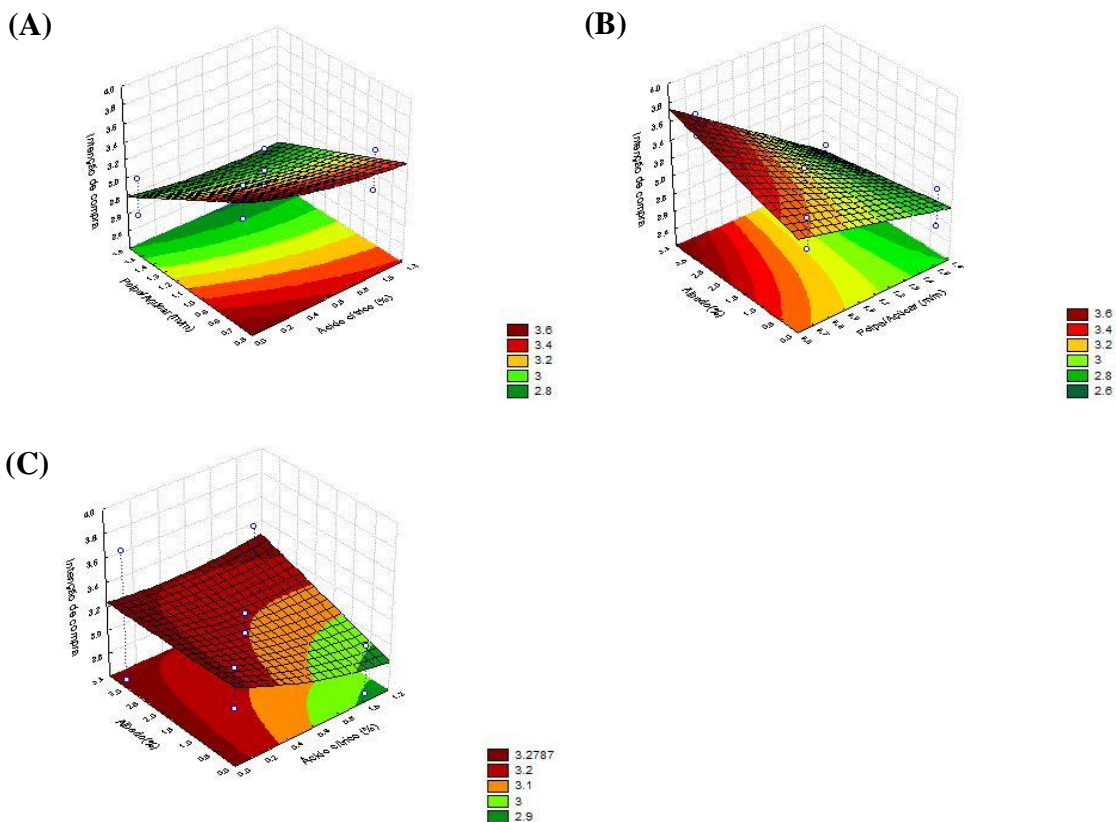
Figura 6. Superfície de resposta do atributo textura em função do ácido cítrico x albedo (A), ácido cítrico x ratio polpa/açúcar (B), albedo x ratio polpa/açúcar (C).



Em relação à impressão global (Figura 7), pode-se observar que as formulações otimizadas são apresentadas em menores quantidades de ácido cítrico (0,2%) e maior teor de albedo como fonte de pectina. A região ótima para a relação polpa/açúcar foi de 40/60, com valores de ácido cítrico entre 0,2 e 0,6%, mostrando preferência por alimentos mais doces e menos ácidos. O mesmo ocorreu na interação do albedo com a relação polpa/açúcar, nas proporções 40/60 e nas concentrações de albedo na faixa de 2,0 e 3%, obtendo melhores

notas, devido ao fato de o ácido cítrico não influenciar os atributos analisados. Os resultados observados correspondem às formulações 2, 3 e 8, o que corrobora os resultados obtidos pelo teste de tukey, onde as melhores formulações para os atributos analisados foram a formulações 2 e 3.

Figura 7. Superfície de resposta do atributo de impressão global de ácido cítrico x albedo (A), ácido cítrico x ratio polpa/açúcar (B), albedo x ratio polpa/açúcar (C).



A Tabela 5 apresenta as equações obtidas para os modelos de otimização. Observa-se valores para o coeficiente de determinação superiores a 0,88 em todas as interações entre as variáveis estudadas, indicando que mais de 80% dos dados são explicados pelos modelos. Segundo Azevedo (2016), o R^2 é o valor que mede o efeito da variável independente na variação dependente, e que quanto mais próximo de 1, maior será confiabilidade do modelo estudado. Esses dados podem ser verificados na Tabela 5, onde para cada atributo foi encontrada a função de ajustes e seu respectivo R^2 .

Tabela 5. Funções e R² dos atributos sensoriais, bem como a correlação entre os ingredientes utilizados no desenvolvimento da geleia de guapeva.

Atributo	Função	R ²
Aroma (Ácido cítrico * Albedo)	$Z = 6,61 + 0,06 * x - 0,18 * x^2 + 0,09 * y + 0,04 * 1,05 * x + 0,06 * x * y - 0,06 * 1,05 * y - 0,44$	0,96
Aroma (Ácido cítrico * Polpa/açúcar)	$Z = 6,61 + 0,62 * x - 0,18 * x^2 - 0,41 * y + 0,04 * x * y + 0,06 * 1,5 * x - 0,06 * 1,5 * y + 0,14$	0,96
Aroma (Albedo * Polpa/Açúcar)	$Z = 6,61 - 0,41 * y + 0,09 * x + 0,04 * 0,5 * y + 0,06 * 0,5 * x - 0,06 * y * x - 0,01$	0,96
Sabor (Ácido Cítrico * Albedo)	$Z = 6,69 + 1,52 * x - 2,21 * x^2 + 0,31 * y + 0,39 * 1,05 * x + 0,18 * x * y - 0,31 * 1,05 * y - 0,57$	0,94
Sabor (Ácido Cítrico * Polpa/Açúcar)	$Z = 6,69 + 1,52 * x - 2,21 * x^2 - 0,54 * y + 0,39 * x * y + 0,18 * 1,5 * x - 0,31 * 1,5 * y + 0,47$	0,94
Sabor (Albedo * Polpa/açúcar)	$Z = 6,69 - 0,54 * y + 0,31 * x + 0,39 * 0,5 * y + 0,18 * 0,5 * x - 0,31 * y * x + 0,20$	0,94
Textura (Ácido Cítrico * Albedo)	$Z = 7,07 - 0,96 * x - 0,91 * x^2 + 0,29 * y + 0,85 * 1,05 * x + 0,22 * x * y - 0,28 * 1,05 * y - 0,63$	0,88
Textura (Ácido Cítrico * Polpa/açúcar)	$Z = 7,07 - 0,96 * x - 0,91 * x^2 + 0,59 * y + 0,85 * x * y + 0,22 * 1,5 * x - 0,28 * 1,5 * y + 0,44$	0,88
Textura (Albedo * Polpa/açúcar)	$Z = 7,07 - 0,59 * y + 0,29 * x + 0,85 * 0,5 * y + 0,22 * 0,5 * x - 0,28 * y * x - 0,71$	0,88
Impressão Global (Ácido Cítrico * Albedo)	$Z = 7,00 - 0,64 * x + 0,31 * x^2 + 0,26 * y + 0,47 * 1,05 * x + 0,13 * x * y - 0,22 * 1,05 * y - 0,65$	0,93
Impressão Global (Ácido Cítrico * Polpa/açúcar)	$Z = 7,00 - 0,64 * x - 0,31 * x^2 - 0,61 * y + 0,47 * x * y + 0,13 * 1,5 * x - 0,22 * 1,5 * y + 0,39$	0,93
Impressão Global (Albedo * Polpa/açúcar)	$Z = 7,00 - 0,61 * y + 0,26 * x + 0,47 * 0,5 * y + 0,13 * 0,5 * x - 0,22 * y * x - 0,40$	0,93

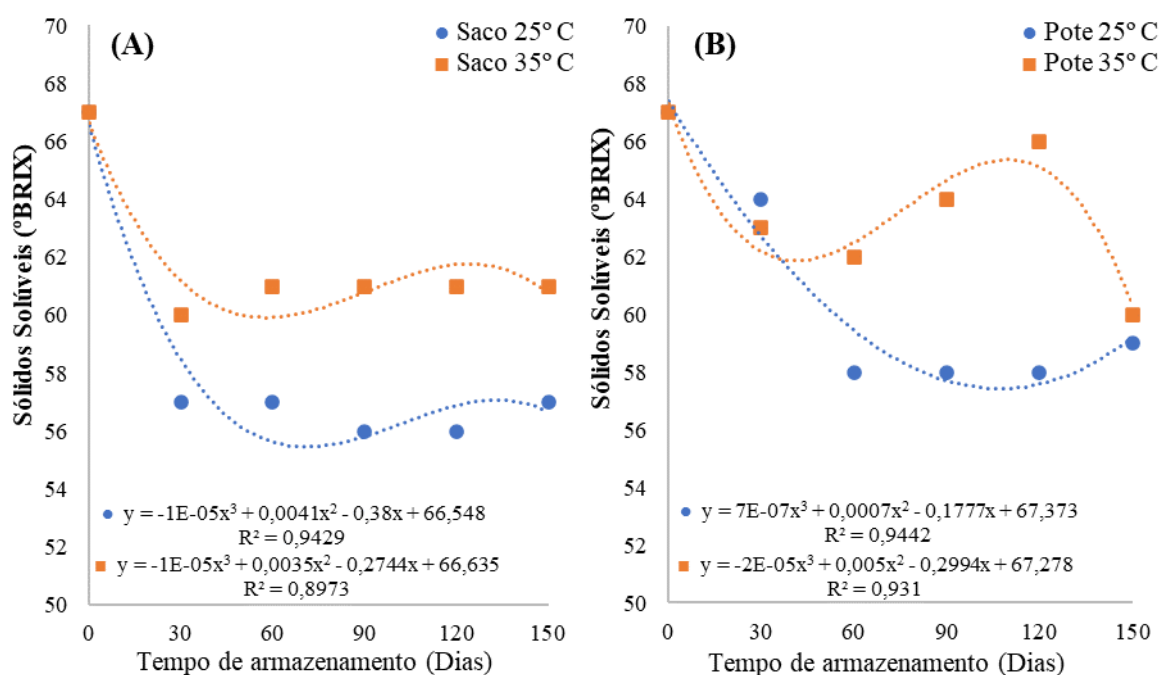
5.3. Estabilidade das geleias de Guapeva durante o armazenamento

Ao acompanhar a estabilidade da geleia armazenada observa-se que o tempo de armazenamento influenciou significativamente ($p < 0,05$) todos os componentes físico-químicos analisados. As análises de variância (ANOVA) de cada variável resposta estão apresentadas no Anexo B.

Os dados referentes ao teor de sólidos solúveis das geleias de guapeva (Figura 8) mostram que o tempo e a temperatura exerceram influência significativa ao longo do armazenamento ($p \leq 0,05$). É possível observar um decréscimo gradativo no teor de sólidos solúveis devido as variáveis estudadas (embalagem e temperatura). Tal redução no teor de sólidos solúveis também foi observada por Mota (2006) ao armazenar geleias de amora preta de diferentes cultivares. Os sólidos solúveis são constituídos por compostos solúveis em água, representados por substâncias como açúcares, ácidos orgânicos, vitamina C e pectina (SANTOS et al., 2012). Dessa forma, a diminuição dos sólidos solúveis observada no presente estudo pode estar associada à redução do conteúdo de ácidos orgânicos e vitamina C.

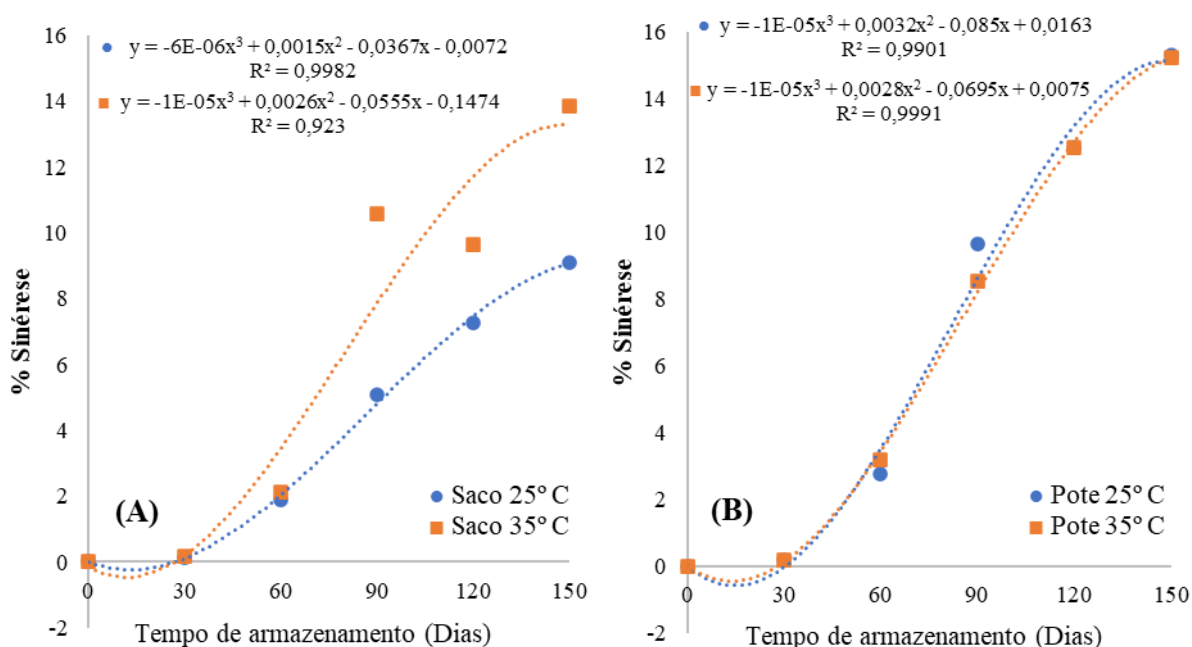
Figura 8. Valores médios de sólidos solúveis da geleia de guapeva durante o armazenamento.

(A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.



A Figura 9 apresenta a ocorrência de sinérese nas geleias de guapeva em relação à embalagem utilizada (polipropileno e polietileno) ao longo dos dias de armazenamento. Os resultados demonstram um aumento gradativo do teor de líquido exsudado partir de 90 dias de armazenamento. Esse resultado pode ser justificado devido ao fato de que geleias com acidez acima de 0,8% favorecem a ocorrência de sinérese, sendo que a acidez do presente estudo variou entre 1,07 a 2,92 %.

Figura 9. Valores médios de sinérese da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.



Em relação ao parâmetro L^* (luminosidade) e o tempo de armazenamento, é possível verificar o declínio no valor de L^* de 48,10 a 25,78, sendo a menor luminosidade observada na geleia armazenada a 35 °C em embalagem de polipropileno, indicando a influência do tempo e da temperatura ($p \leq 0,05$) sobre o produto, conforme observado na Figura 10. Tais resultados sugerem que ocorreram processos oxidativos não enzimáticos, que resultaram na formação de compostos que confere a coloração escura, tais como o hidroximetilfurfural, composto originado pela oxidação da vitamina C, ou podendo estar relacionada com o aparecimento de compostos resultantes da caramelização do açúcar durante o armazenamento (SOUZA et al., 2014; GABRIEL et al., 2015). Resultados que corroboram com os dados aqui apresentados foram encontrados em trabalhos envolvendo o armazenamento de geleias de casca de banana (DIAS et al., 2011) e goiaba (MESQUITA et al., 2013).

O tempo e a embalagem exerceram influência significativa em relação ao parâmetro croma durante o armazenamento ($p \leq 0,05$). O comportamento observado na Figura 11 indica uma perda da intensidade da coloração com o passar dos meses. De acordo com o sistema de cores Munsell, a cor vermelha apresenta saturação de 0 a 12 ou mais, quanto maior este valor, maior a concentração do pigmento, e mais “viva” é a cor (MINOLTA, 1998). As geleias armazenadas em seu último mês de armazenamento variaram de 5,34 a 7,01. O comportamento de declínio observado para a variável croma pode ser advindo de inúmeros fatores como a disponibilidade de oxigênio e a presença de antioxidantes (AZEREDO et al., 2012).

Quanto ao parâmetro hue, observou-se influência significativa de todas as variáveis estudadas ao longo do armazenamento ($p \leq 0,05$). Os resultados apresentados na Figura 12 indicam uma mudança a intensidade de amarelo (início do armazenamento) para cores avermelhadas ou tons terrosos com o passar dos meses (fim do armazenamento), o ângulo hue, a 0° representa vermelho puro, 90° o amarelo puro, 180° o verde puro e a 270° o azul puro (GARCIA et al., 2017). As geleias diminuíram de 8,55 para em média de 2,35 tendendo ao ângulo 0 com o passar dos dias de armazenamento.

Figura 10. Valores médios de luminosidade (*L) da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.

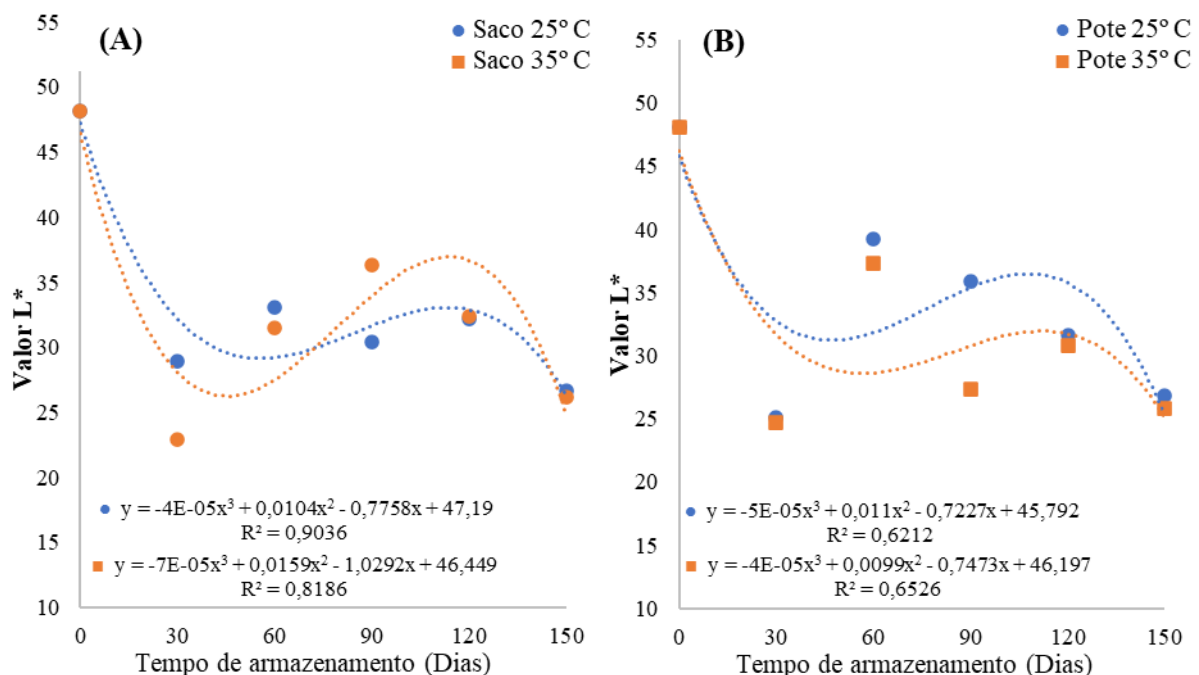


Figura 11. Valores médios de cromaticidade da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.

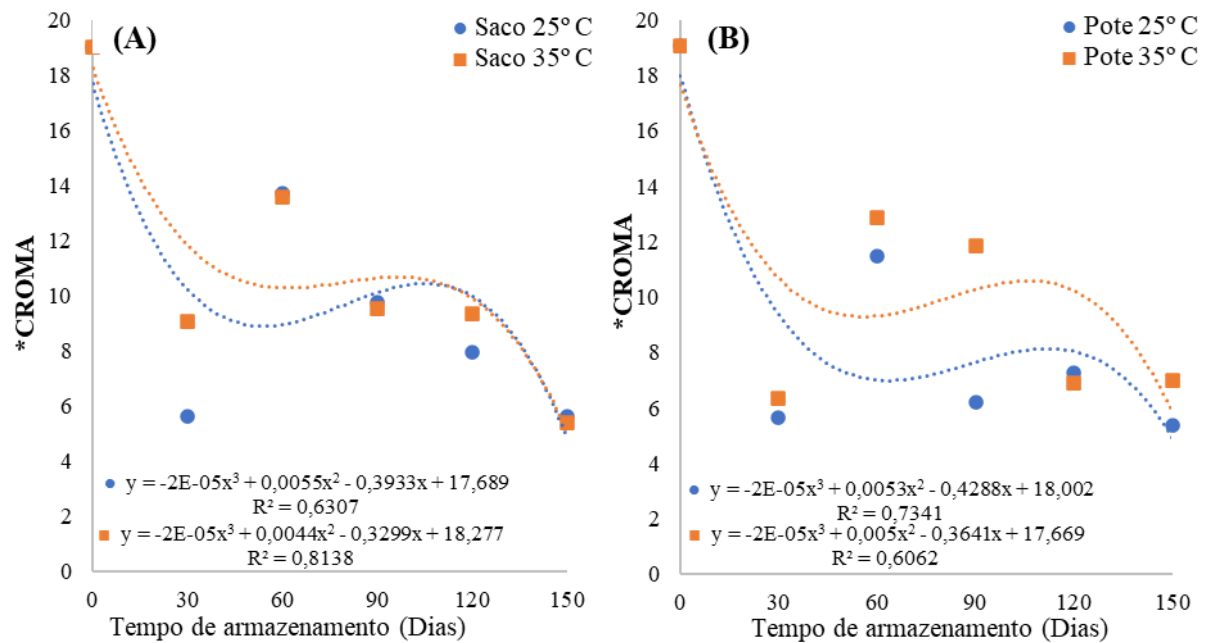
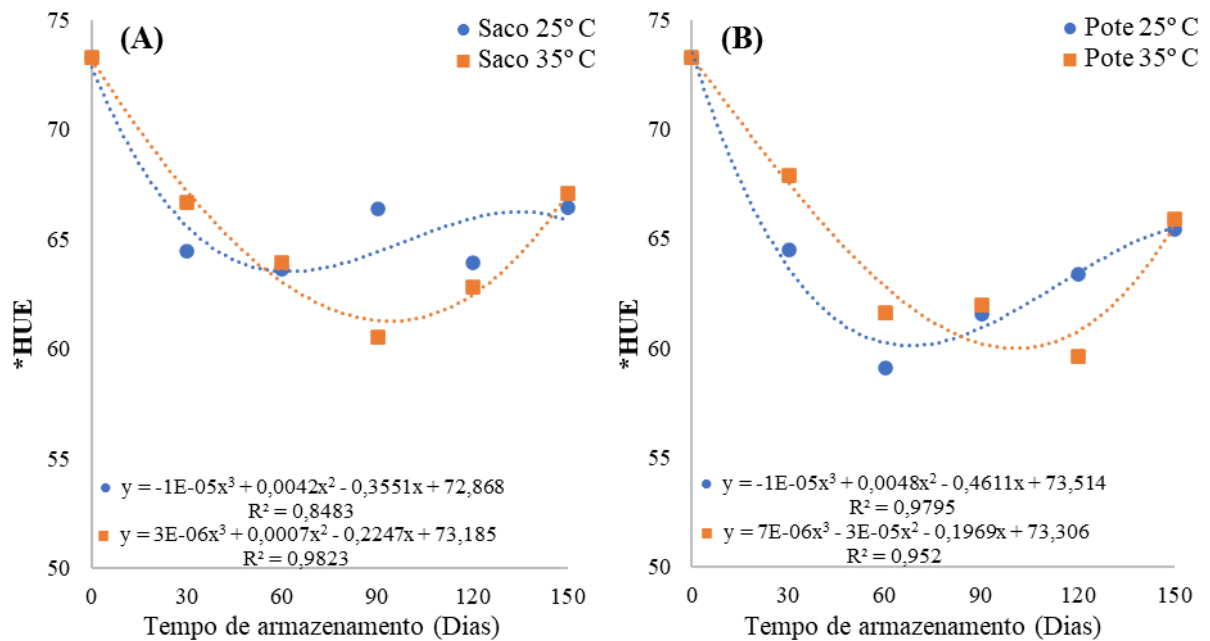
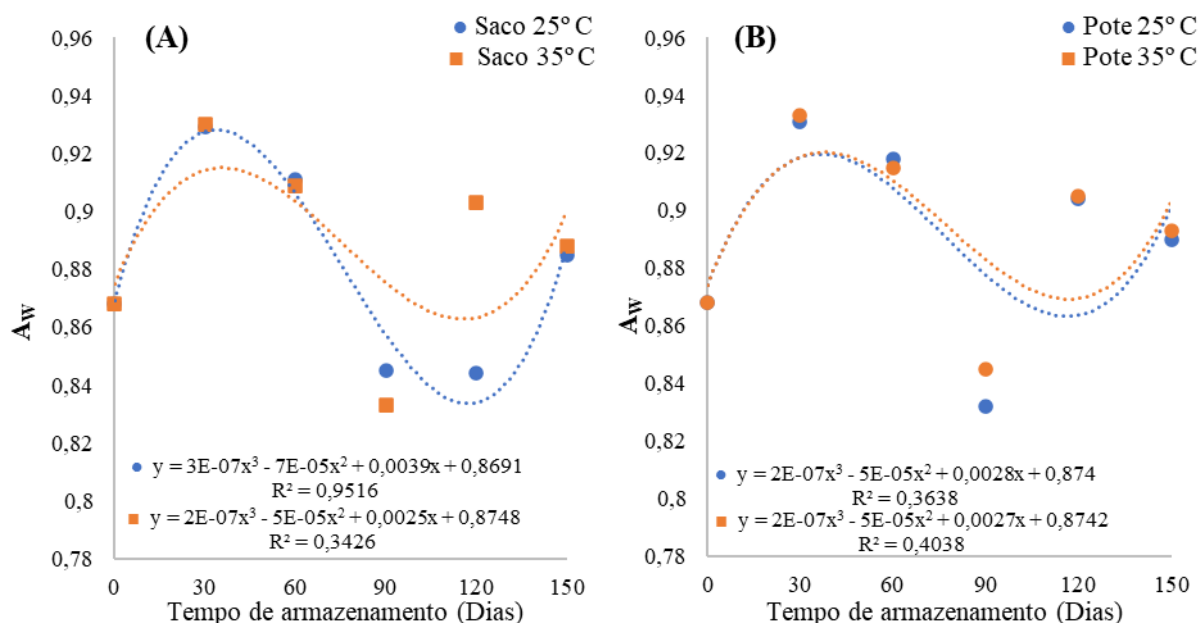


Figura 12. Valores médios de Hue da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.



A atividade de água (a_w) apresentou oscilações tendendo ao decréscimo durante o armazenamento (Figura 13). Os tratamentos das geleias apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as temperaturas de armazenamento ao longo do tempo. Este decréscimo se deve à hidrólise de açúcares não redutores a redutores, os quais são mais higroscópicos e depressores de atividade de água, além de estar correlacionada com a redução do teor de umidade em função do tempo de armazenamento, o que também reduz a água disponível para o desenvolvimento de microrganismos (RIDEL et al., 2015). Comumente, a a_w mínima para o crescimento da maioria dos bolores e leveduras é de 0,8 e 0,85, respectivamente. Mesquita et al., (2013) também reportaram redução significativa na a_w de geleias de goiaba durante o armazenamento por 180 dias; Já Oliveira et al., (2014) relataram decréscimo de redução desses valores em geleias de umbu-cajá armazenadas por 180 dias condições ambientais, aproximadamente 24 ± 2 °C.

Figura 13. Valores médios de atividade de água (a_w) da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.



Em relação aos carboidratos (glicose, frutose e sacarose), é possível observar que ambos os açúcares sofreram influência significativa do tempo de armazenamento ($p \leq 0,05$). Os teores de glicose e frutose sofreram influência significativa da embalagem e temperatura de armazenamento (Figura 14 e 15) ($p \leq 0,05$). Para embalagem de polipropileno (Figura 14A e 15A) é possível observar que a glicose e frutose sofreram oscilações ao decorrer dos meses de armazenamento, fato esse não verificado na embalagem de polietileno (Figura 14B e 15B)

onde os valores subiram gradativamente de maneira uniforme. Esses resultados possivelmente são decorrentes da hidrólise da sacarose no decorrer da estocagem, levando à formação de glicídios redutores (glicose e frutose), o que pode estar relacionado com reações provocadas por ácidos orgânicos, como o ácido cítrico, visto que os açúcares não redutores (sacarose), são hidrolisados em meios ácidos (OLIVEIRA et al., 2018).

Nesse contexto, os principais açúcares responsáveis pelo sabor doce das geleias são a frutose, a glicose e a sacarose, porém a frutose e a glicose são originadas da degradação da sacarose e de outros polissacarídeos durante o armazenamento (NEVES et al., 2015), fato esse corroborado com os dados obtidos no presente estudo. Essa inversão da sacarose é necessária para evitar a cristalização, que pode ocorrer em determinados momentos e também durante o armazenamento (DAMIANI et al., 2012). No presente estudo a inversão da sacarose pode ter ocorrido, também, durante o armazenamento devido à redução nos valores de pH (Figura 7).

Avaliando separadamente a sacarose (Figura 16) observa-se que esta variável não sofreu influência significativa da embalagem e da temperatura, sendo apenas o tempo responsável pelo seu decréscimo ao final do armazenamento (Figura 16A e 16B). Fato esse que constata e se justifica pela hidrólise da sacarose em outros açúcares aqui avaliados (glicose e frutose) (PARK et al., 2014). Resultados semelhantes, com redução da sacarose e aumento da glicose e frutose, também é reportado por Istrati et al. (2013), ao estudarem a estabilidade de geleias de goji durante armazenamento, e por Martins et al. (2015), ao estudarem a estabilidade de geleias convencionais de cajá.

Figura 14. Valores médios de glicose da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.

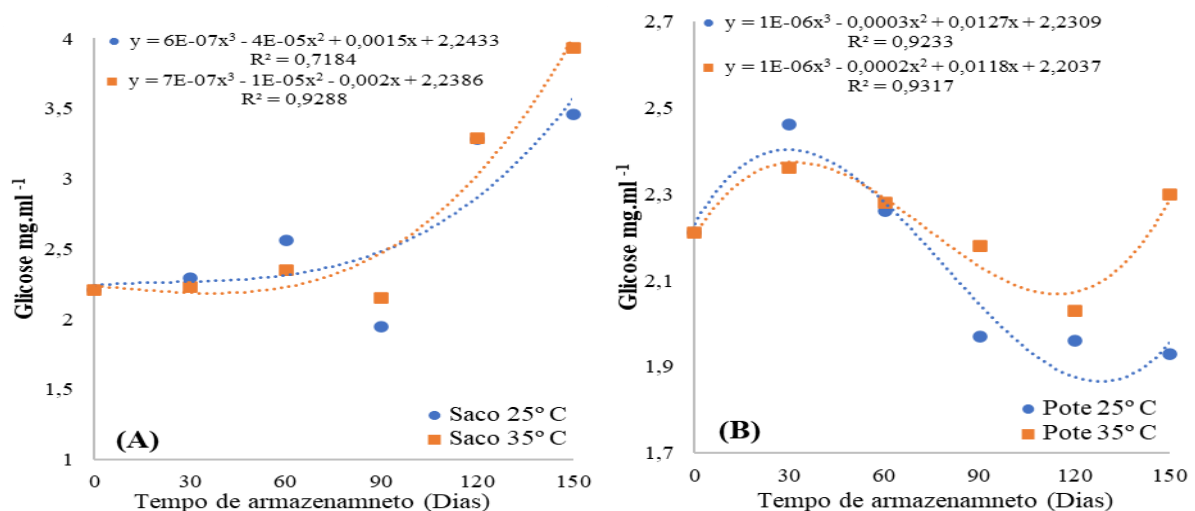


Figura 15. Valores médios de frutose da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.

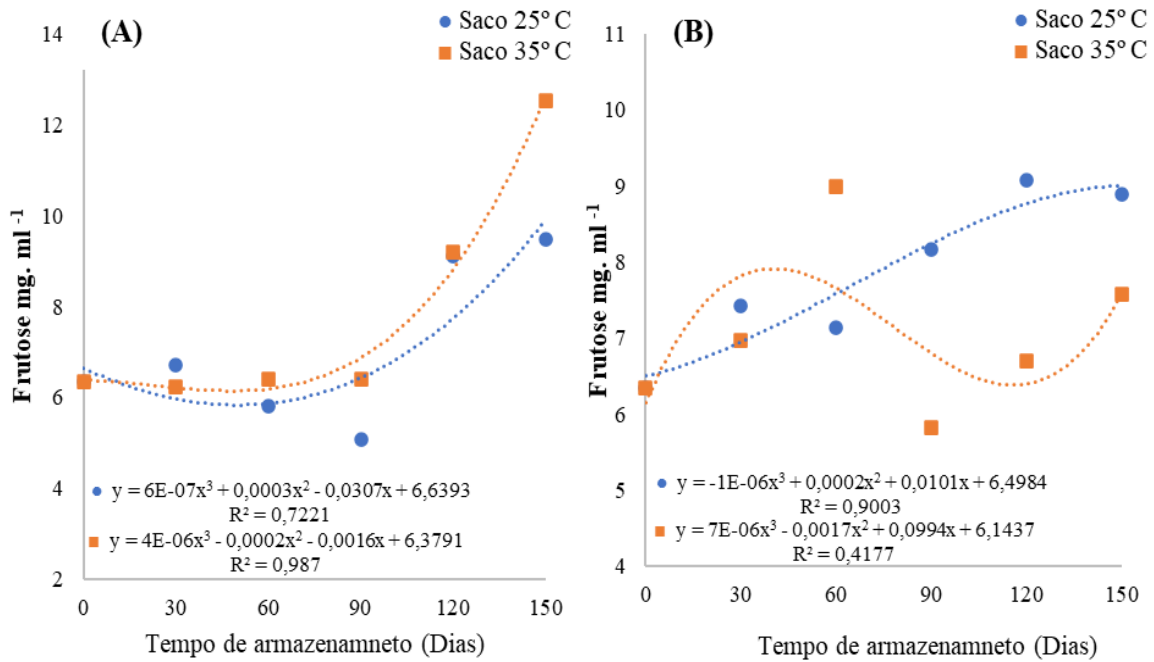
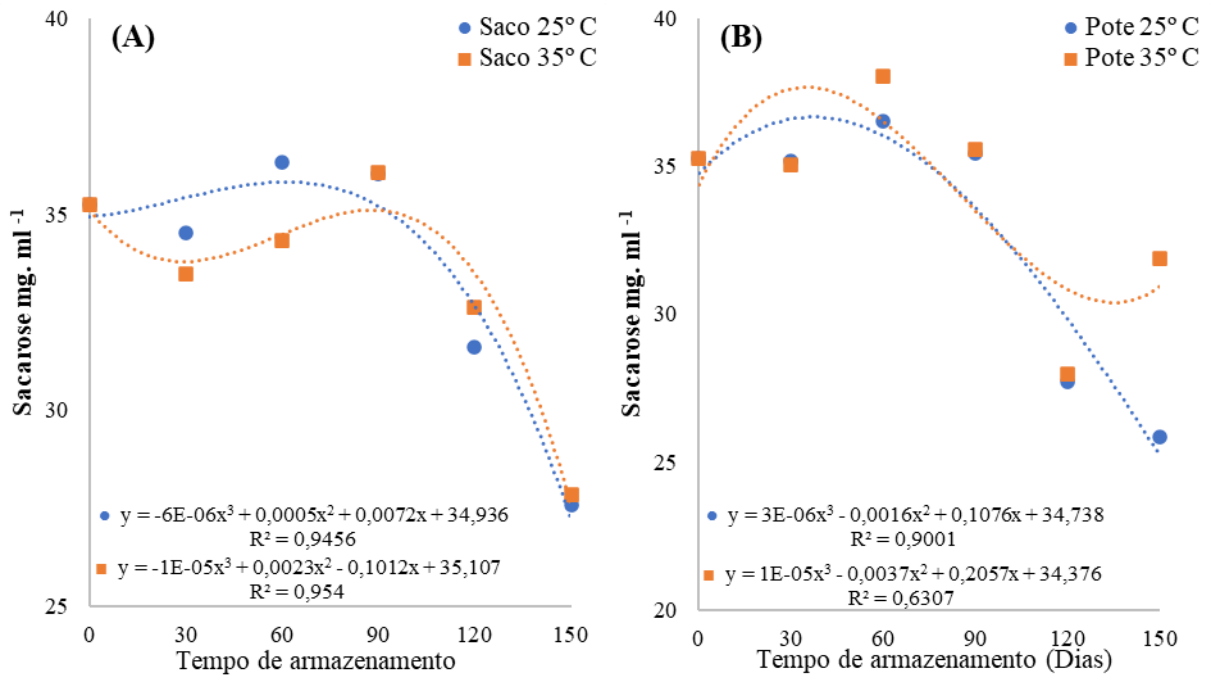


Figura 16. Valores médios de sacarose da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.



Quando avaliado o perfil de textura, notamos que tanto a adesividade (Figura 17) quanto a elasticidade (Figura 18) e a coesividade (Figura 19) apresentam uma tendência a aumentar com o passar dos dias de armazenamento, comportamento inverso foi verificado

quando analisamos gomosidade (Figura 20), mastigabilidade (Figura 21) e firmeza (Figura 22) que apresentaram decréscimos nesse período.

Segundo Szczesniak (2002) a firmeza é a força necessária para que o material atinja uma dada deformação. A diminuição desse parâmetro assim como da mastigabilidade e gomosidade durante o tempo de armazenamento, possivelmente ocorreram devido ao decréscimo no teor de sólidos solúveis. Por outro lado, Curi et al., (2018) afirmam que a adição de ácido cítrico é um fator primordial na firmeza das geleias e doces, esse fato pode ser atribuído a menor dissociação das carbonilas livres nas moléculas de pectina, o que diminui a repulsão intramolecular e favorece a formação de ligações cruzadas essenciais para a formação do gel. Assim observou-se que a formulação submetida ao armazenamento não apresenta percentuais de ácido cítrico em sua composição que aliado aos baixos teores de sólidos solúveis durante o armazenamento, promoveram a diminuição dos valores de firmeza, mastigabilidade e gomosidade. Nesse sentido Menezes et al., (2011) afirma que a redução do ácido cítrico levou ao aumento dos teores de coesividade, elasticidade bem como coesividade em doces de goiaba, indicando baixa taxa de evaporação da água tornando o gel mais maciço e facilmente rompível.

Figura 17. Valores médios de adesividade da geleia de guapeva durante o armazenamento.

(A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.

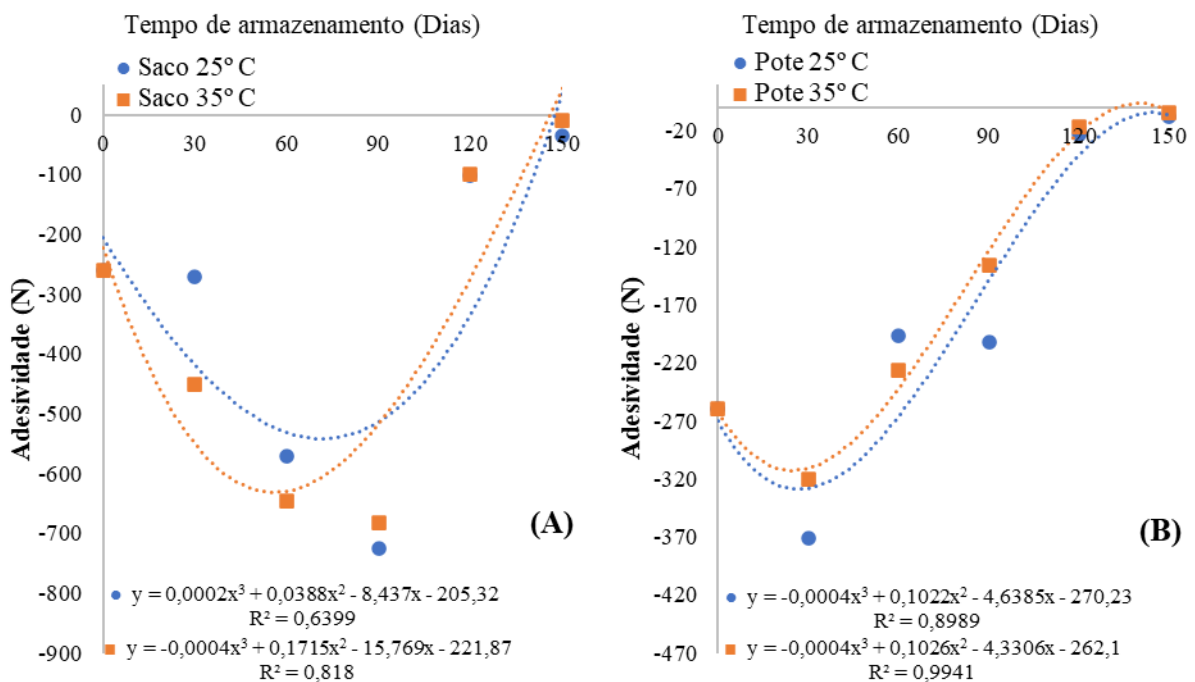


Figura 18. Valores médios de elasticidade da geleia de guapeva durante o armazenamento.
(A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.

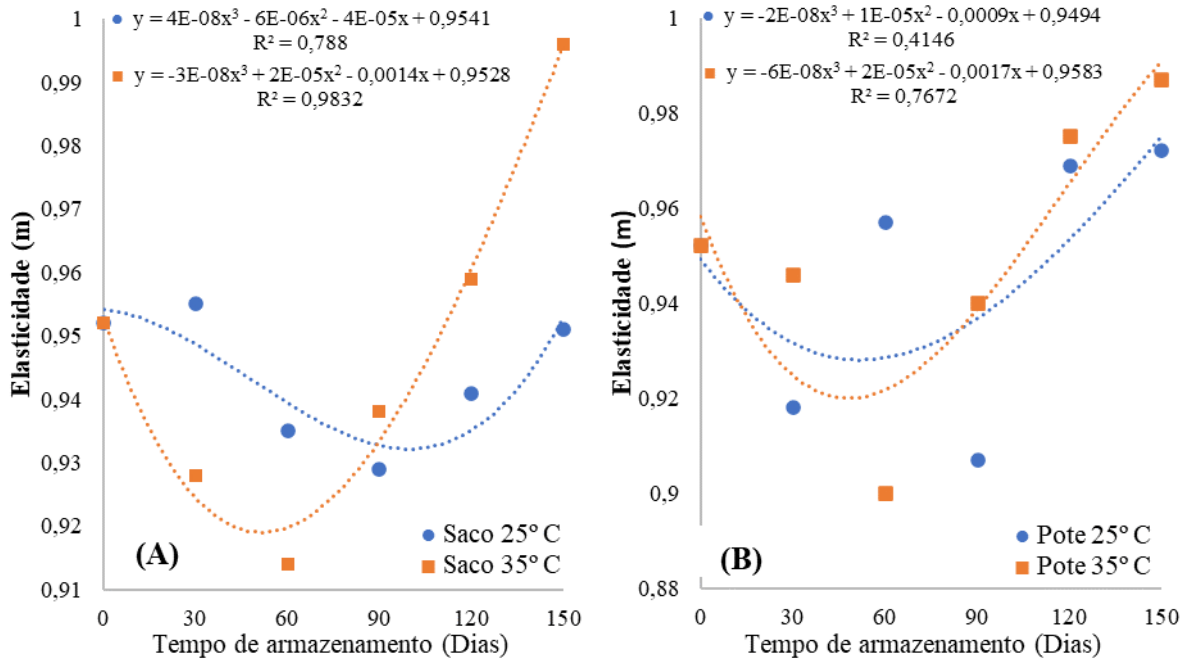


Figura 19. Valores médios de coesividade da geleia de guapeva durante o armazenamento.
(A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.

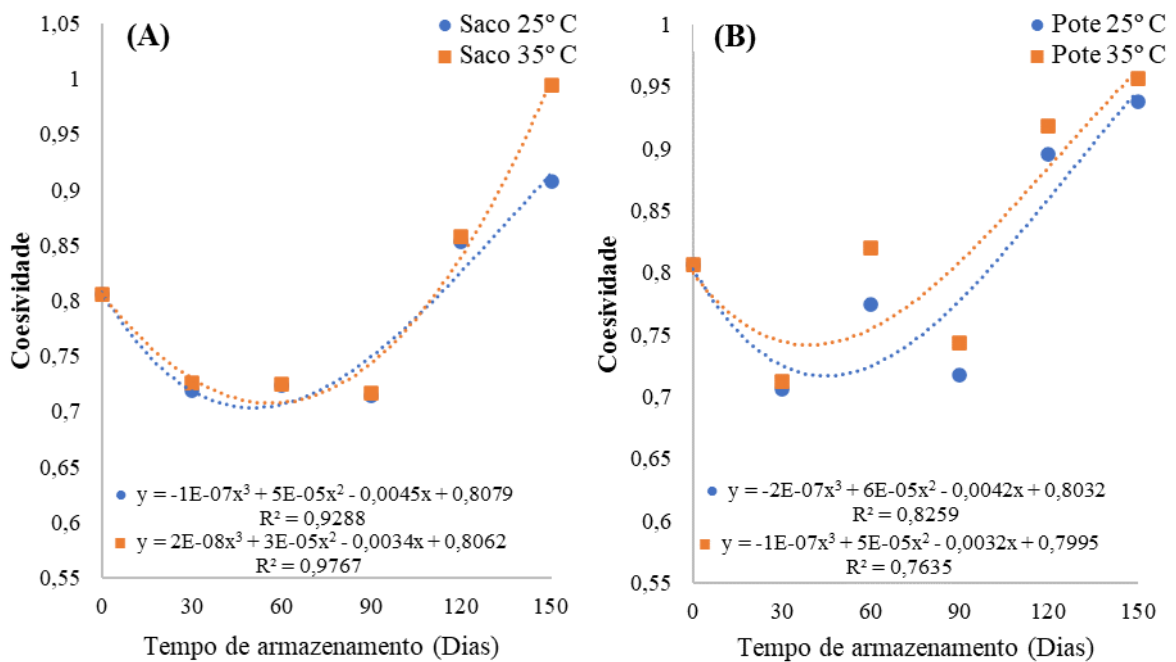


Figura 20. Valores médios de gomosidade da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.

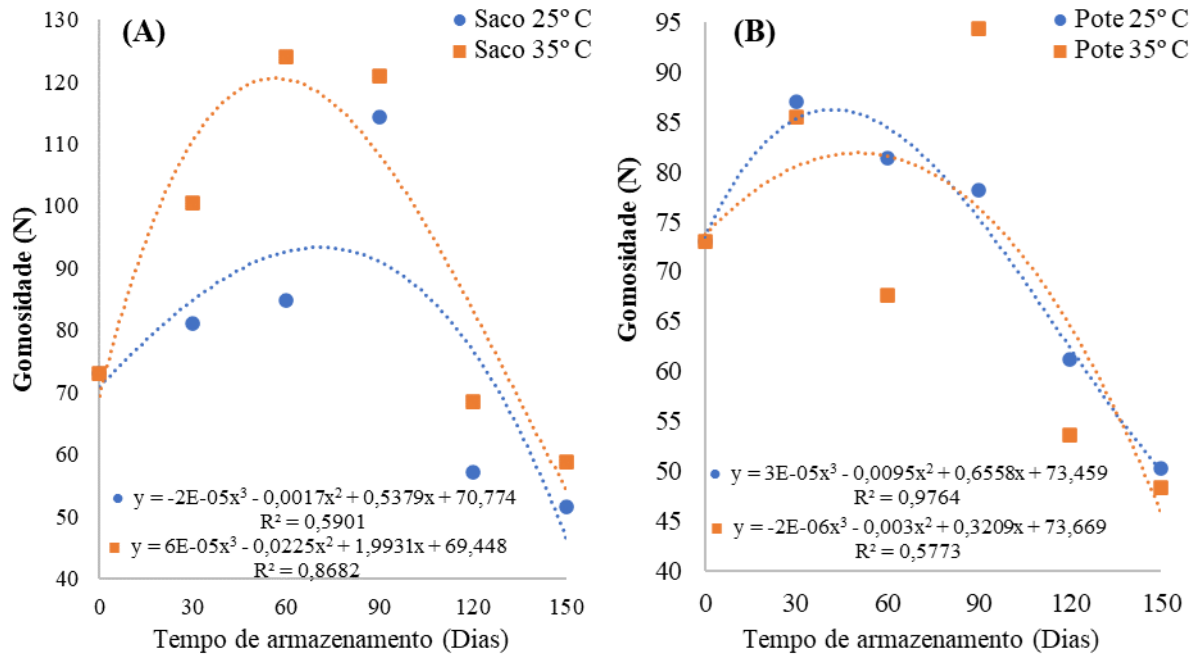


Figura 21. Valores médios de mastigabilidade da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.

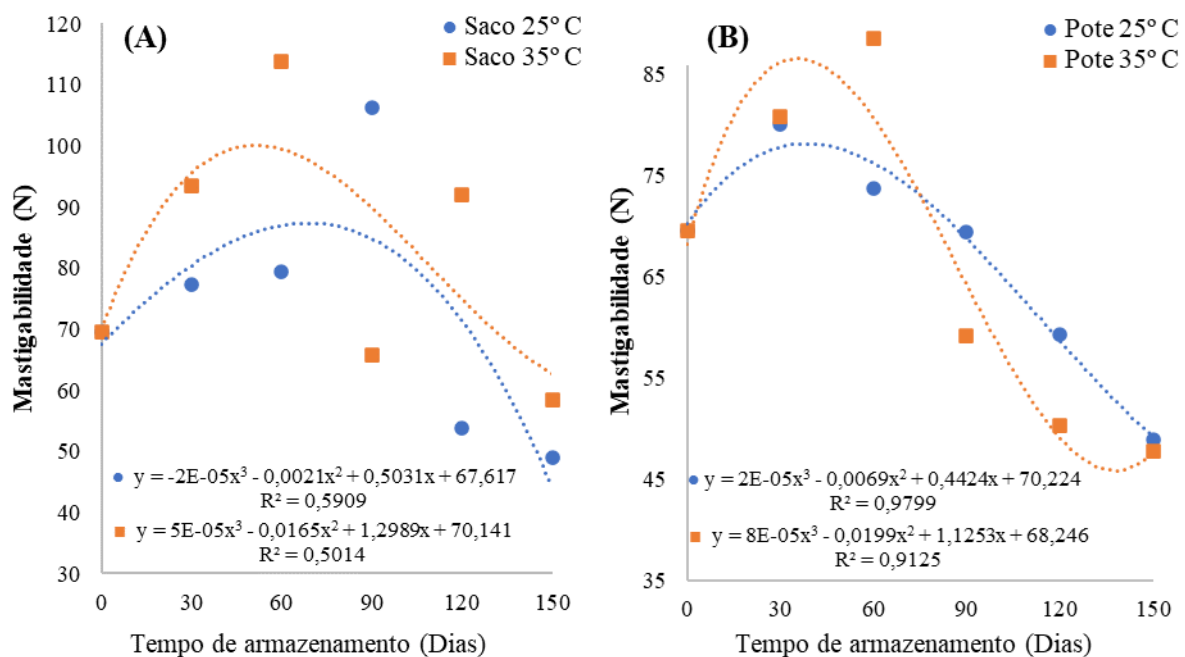
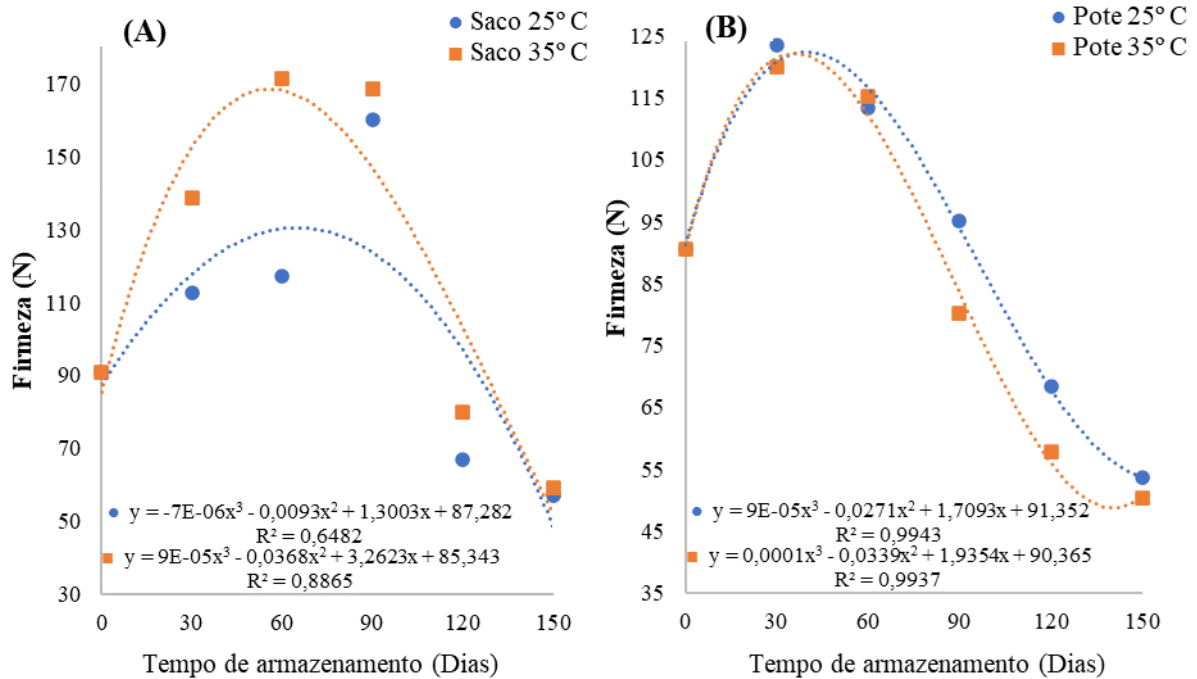


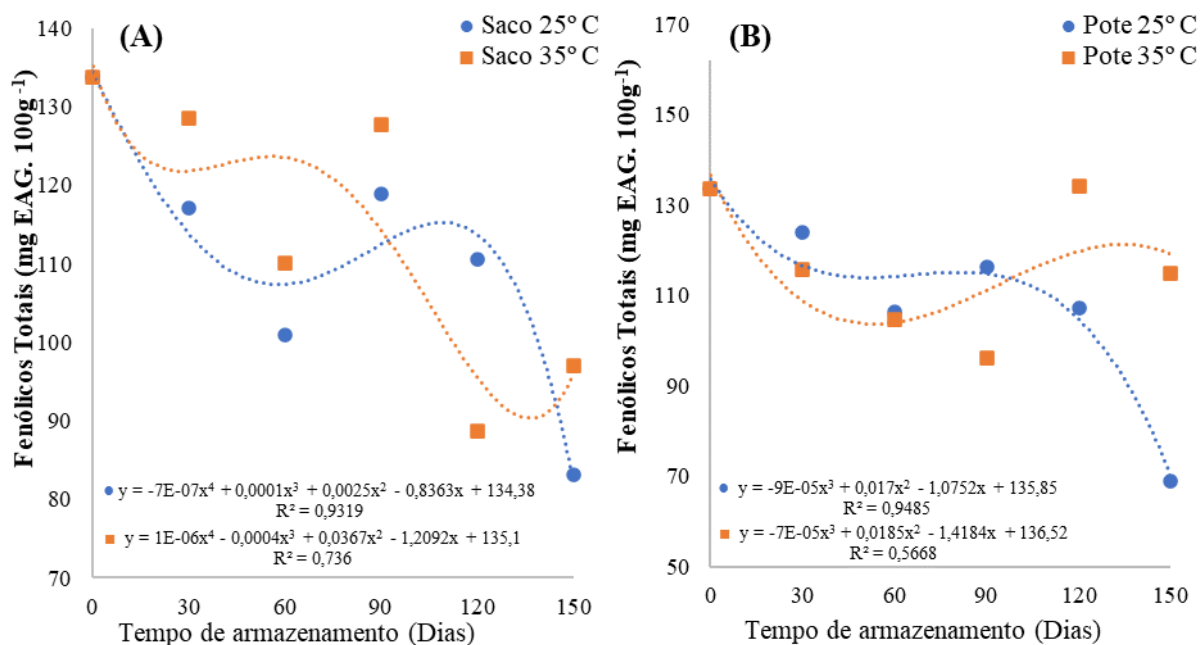
Figura 22. Valores médios de dureza da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.



Com relação aos compostos fenólicos totais os resultados apresentaram oscilações tendendo ao decréscimo durante o armazenamento (Figura 23), principalmente nas geleias armazenadas em embalagens de polietileno. A degradação do teor fenólico pode ter ocorrido devido à alta instabilidade desses compostos a temperaturas entre 20-40 °C, provocando reações não-enzimáticas que acontecem quando estruturas celulares são interrompidas. Além disso, a presença de oxigênio pode favorecer a maior degradação desses compostos, fato que pode ter sido responsável pela redução destes compostos na embalagem de polipropileno (PATRAS et al., 2011; KAMILOGLU et al., 2015).

A redução no teor de compostos fenólicos durante o armazenamento também foi relatada nos estudos de Abolila et al. (2015) ao verificar a estabilidade de geleias de laranja durante 180 dias, Viana et al. (2015) em geleias de umbu-cajá, Souza et al. (2018) em geleias mistas de umbu e mangaba, Souza et al., (2014) em geleias de diferentes cultivares de blackberrys.

Figura 23. Valores médios dos compostos fenólicos totais da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.



Em relação ao efeito do processamento e armazenamento nos teores de carotenoides foram observadas reduções durante 150 dias de armazenamento, nota-se também que as embalagens propostas no presente estudo não foram capazes de manter tal constituinte estável ($p \leq 0,05$) (Figura 24). O armazenamento de geleias em temperaturas inferiores a 30 °C e a proteção contra a luz são fatores importantes para a estabilidade dos carotenoides (BRANDÃO et al., 2018). Neste trabalho algumas amostras foram expostas a temperaturas superiores a 30 °C, o que justifica o comportamento observado. Resultados semelhantes foram encontrados por Chen et al., (1996) e Lin et al., (2005) onde seus estudos mostraram maiores perdas de carotenoides durante o processamento e / ou armazenamento.

Durante o armazenamento houve uma tendência a redução dos valores de vitamina C (Figura 25), sendo detectável apenas até o quarto mês de armazenamento, resultado semelhante ao encontrado por Damiani et al., (2012) em geleias mista de araquê e marolo. Segundo Rawson et al., (2011); Souza et al., (2015); Santos et al., (2014) e Shinwari et al., (2018) o ácido ascórbico é um dos compostos termolábeis mais facilmente degradados pela aplicação de calor. Outros fatores que podem desencadear sua degradação é a presença de oxigênio, de luz e altas temperaturas (CARNEIRO et al., 2016).

Figura 24. Valores médios de carotenoides totais da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.

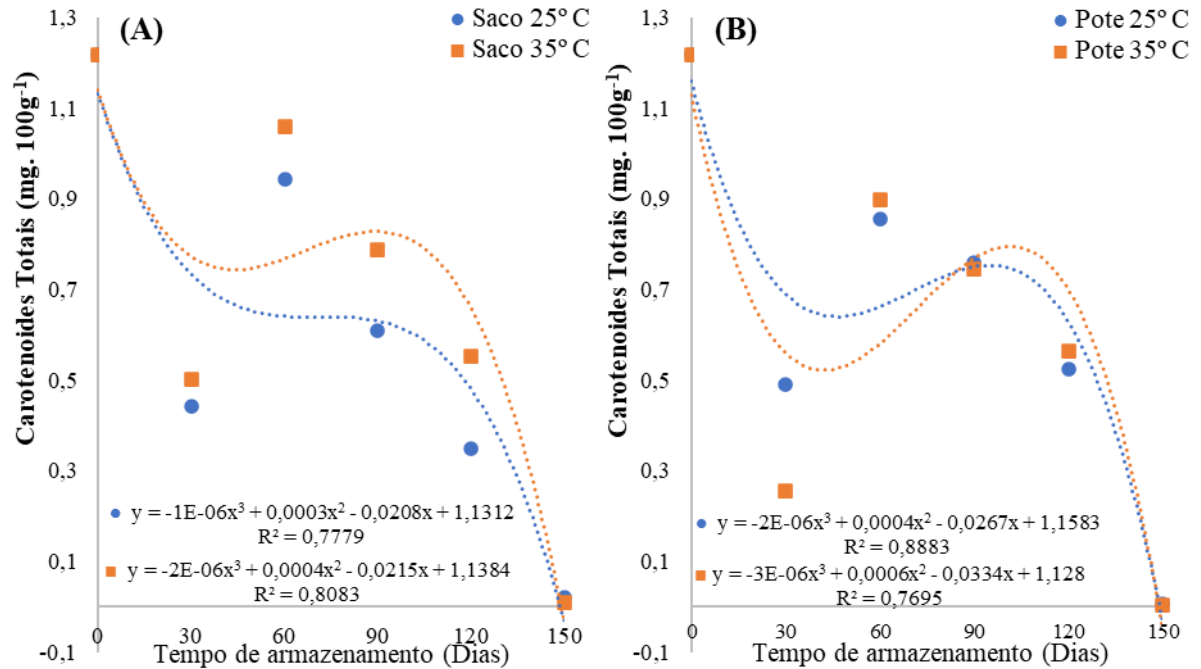
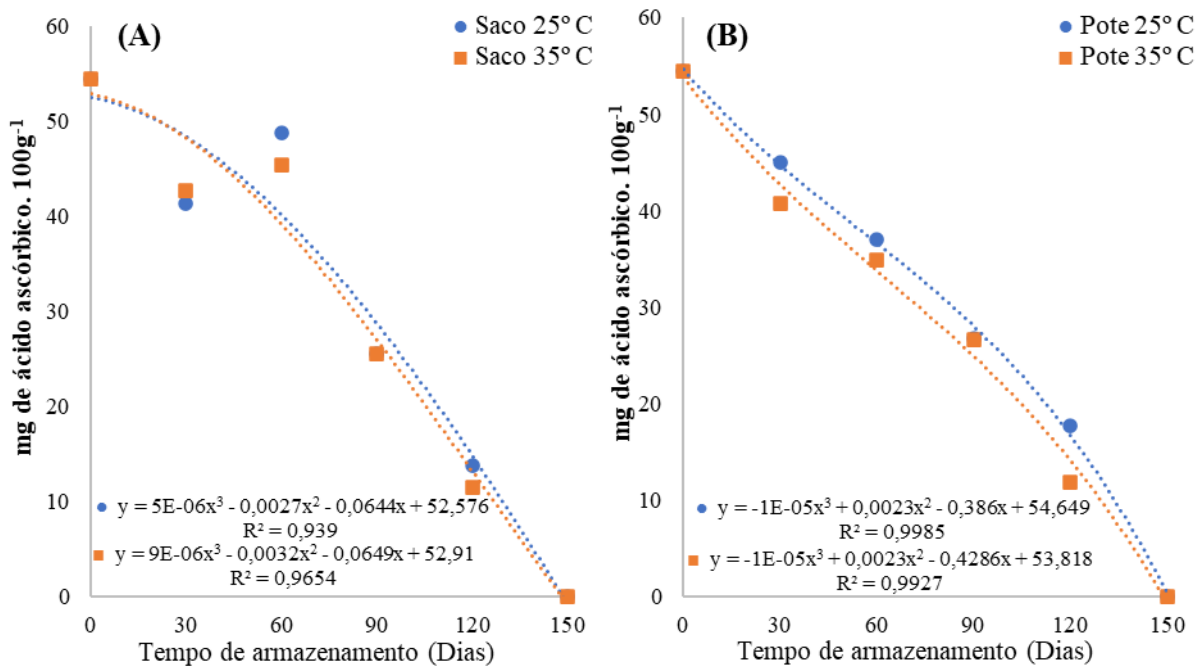
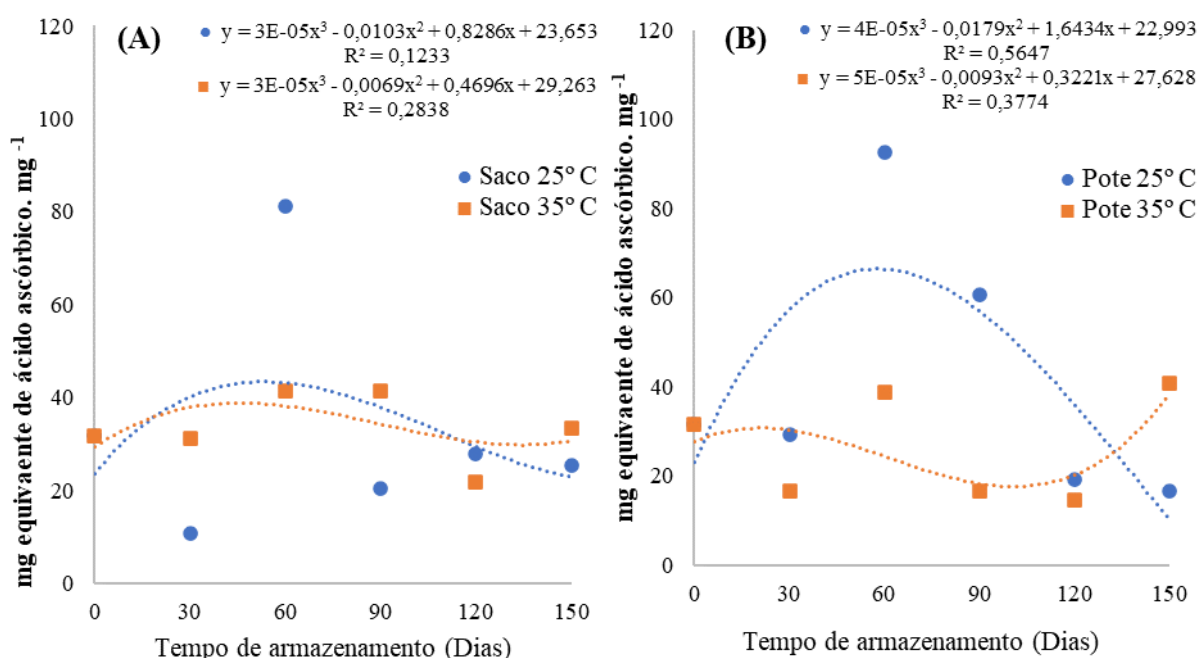


Figura 25. Valores médios de vitamina C da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.



A capacidade antioxidante avaliada pelo ensaio fosfomolibdênio (Figura 26) seguiu um padrão semelhante ao que foi encontrado para carotenoides totais, tendo flutuações nos resultados no decorrer dos meses com tendência sempre ao decréscimo. É possível observar que a atividade antioxidante diminuiu expressamente nas geleias armazenadas a 25°C em ambas as embalagens. O decréscimo pode ser explicado pela degradação dos compostos antioxidantes em produtos submetidos a temperaturas acima de 20°C (WICKLUND et al., 2005).

Figura 26. Valores médios de fosfomolibdênio da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.

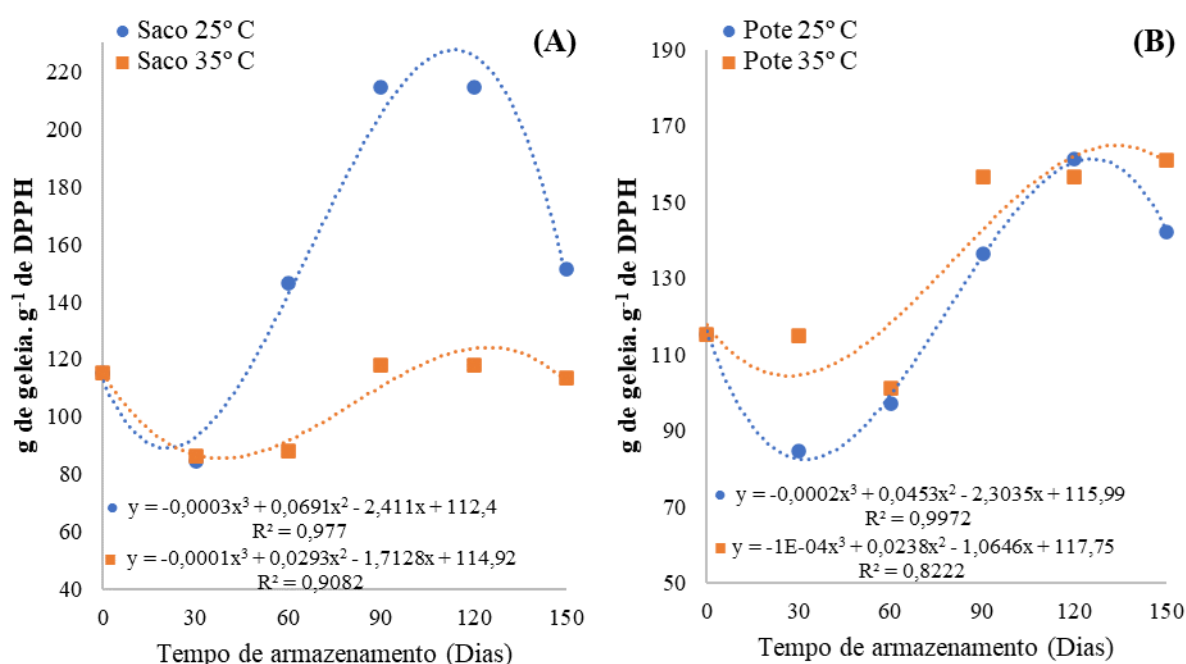


Analisando os resultados obtidos pela metodologia de redução do radical DPPH (Figura 27) percebe-se que houve diferença significativa na atividade antioxidante em relação ao tempo de armazenamento ($p \leq 0,05$), havendo tendência a diminuição, considerando que valores maiores de EC_{50} correspondem a menor atividade antioxidante. Em relação à embalagem utilizada, houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) em todos os tempos de armazenamento, sendo que a embalagem de polietileno a 35 °C apresentou maior atividade antioxidante.

A capacidade antioxidante é influenciada pela degradação ou síntese de diversos compostos, que são dependentes do estado fisiológico e níveis de estresses bióticos ou

abióticos que a fruta sofre durante o armazenamento (ROTILI et al., 2013). A redução da atividade antioxidante foi relatada por Scalzo et al. (2004) e Patras et al. (2011) onde os autores correlacionaram o decréscimo dos valores encontrados com a degradação do ácido ascórbico por aquecimento e a oxidação não enzimática. Dados que corroboram com os resultados aqui demonstrados são verificados por Rababah et al., (2011); Carneiro et al., (2016); Lopes et al., (2016) e Fernandes et al., (2018).

Figura 27. Valores médios de DPPH da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.



Com relação aos compostos antioxidantes ABTS^{•+} e FRAP os resultados apresentaram oscilações tendendo ao decréscimo (Figura 28 e 29) chegando a valores próximos de zero ao final do armazenamento. Observando a Tabela de ANOVA (Anexo B) podemos verificar que para o radical ABTS^{•+} o tempo de armazenamento influenciou significativamente os resultados obtidos ($p \leq 0,05$). Já para o radical FRAP é possível notar que as variáveis tempo e temperatura foram responsáveis por seu decréscimo ($p \leq 0,05$). Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Kamiloglu et al. (2015), que avaliaram a influência de diferentes processamentos e condições de estocagem na estabilidade de polifenóis em geleias e doces de cenoura preta. Entretanto, segundo Borges et al. (2011), o método de captura do radical ABTS^{•+} é limitante devidos a inúmeras diferenças no tempo de incubação de cada

matriz alimentícia e a pouca seletividade do radical na reação com os átomos doadores de hidrogênio, sendo assim os valores podem oscilar devido a seletividade do próprio reagente.

Figura 28. Valores médios de ABTS^{•+} da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.

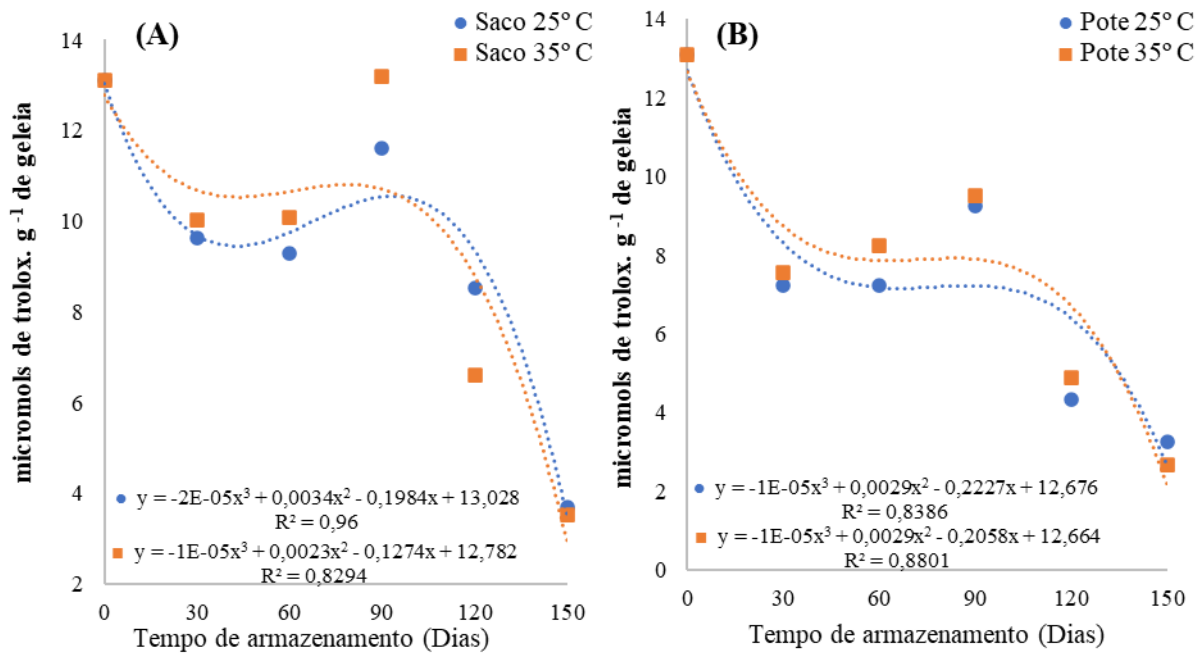
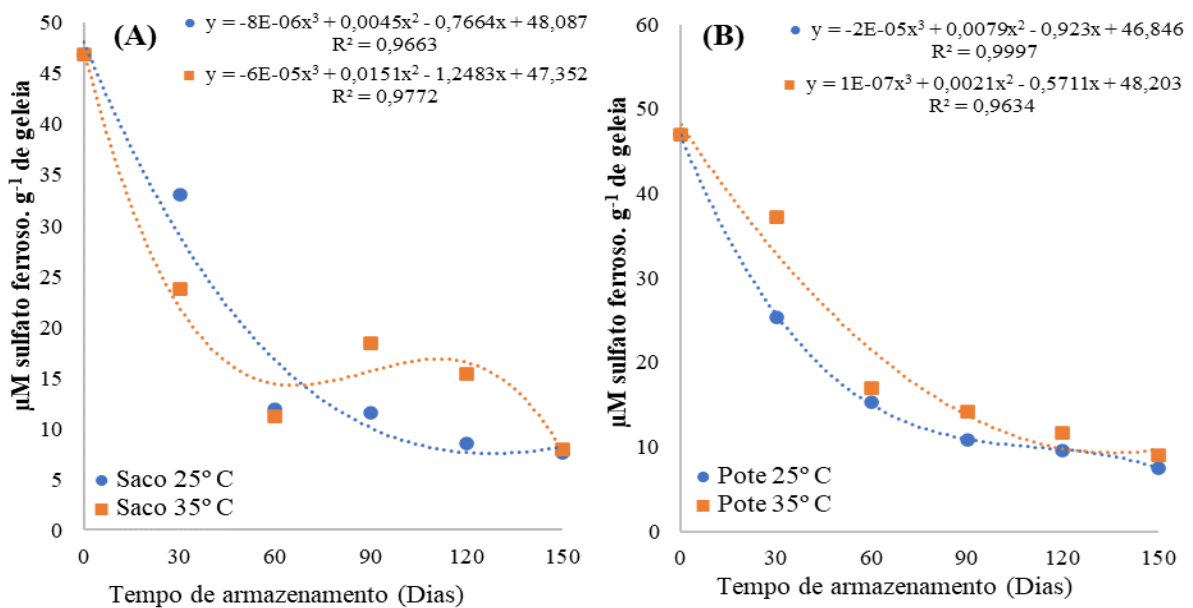


Figura 29. Valores médios de FRAP da geleia de guapeva durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.



5.4. Testes acelerados de vida de prateleira (TAVP)

O efeito da variável temperatura na constante da velocidade de reação se ajusta ao modelo de Arrhenius, sendo esse o modelo universalmente aceito para representar os efeitos das condições aceleradas da temperatura (AZEREDO et al., 2012), os valores são apresentados com o coeficiente de variação R^2 acima de 0,5 ao plotar, em escala linear, o \ln das constantes de aceleração da temperatura versus o inverso da temperatura absoluta (Figuras 40 e 41) Segundo Kebede et al. (2015) o modelo de Arrhenius é um modelo matemático que descreve apenas as alterações ocorridas em função da temperatura.

As variáveis sólidas solúveis, sinérese, compostos fenólicos totais, carotenoides totais, vitamina C, DPPH, ABTS^{•+} e FRAP apresentaram coeficiente de variação acima de 0,5. O efeito da temperatura na constante de velocidade da reação dos parâmetros físico-químicos se ajustaram ao modelo de Arrhenius (Figuras 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36 e 37 respectivamente). Todas as reações se ajustam ao modelo cinético de ordem zero.

Figura 30. Modelo cinético da alteração na variável sólidos solúveis das geleias de Guapeva para as embalagens de polipropileno e polietileno.

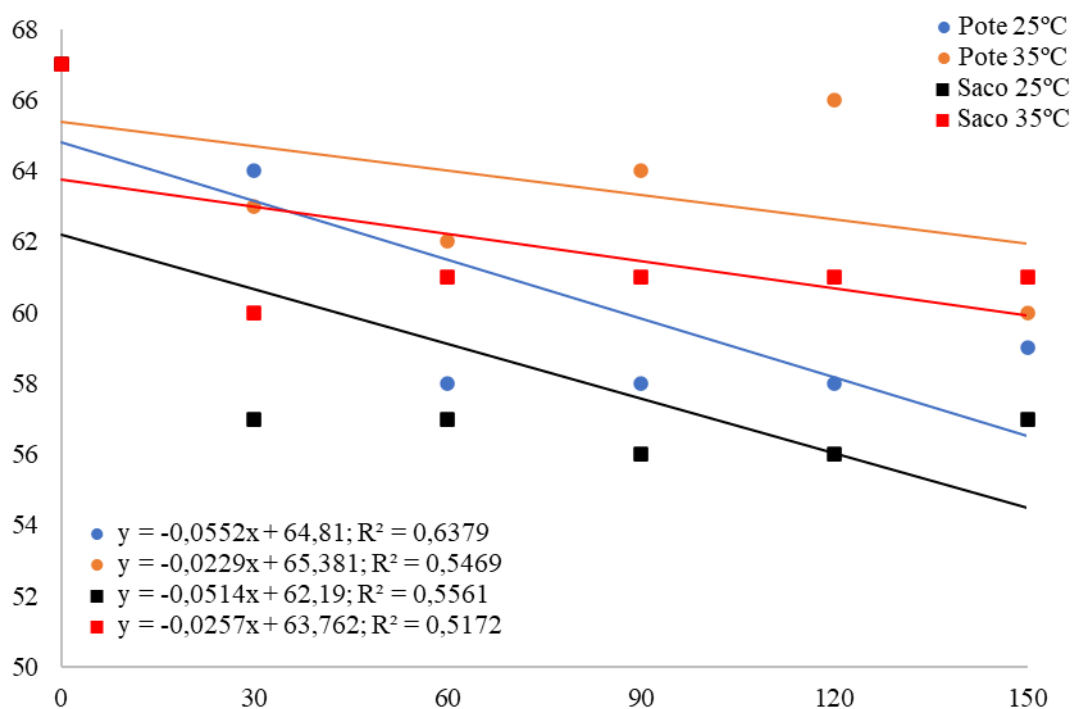


Figura 31. Modelo cinético da alteração na variável sinérese das geleias de Guapeva para as embalagens de polipropileno e polietileno.

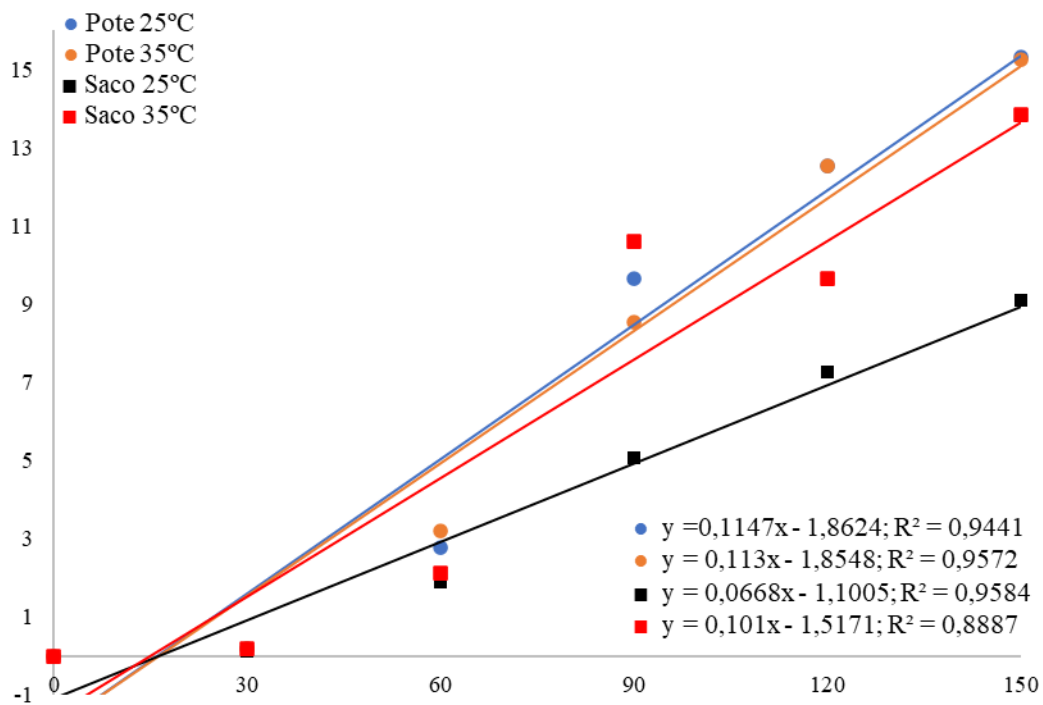


Figura 32. Modelo cinético da alteração na variável compostos fenólicos totais das geleias de Guapeva para as embalagens de polipropileno e polietileno.

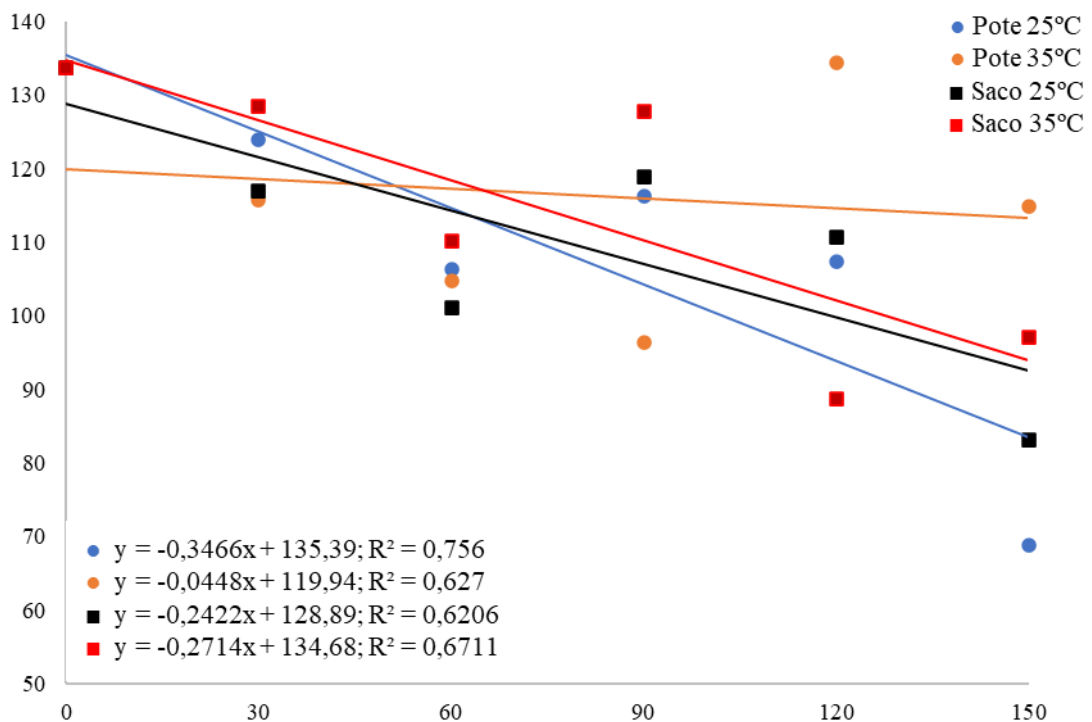


Figura 33. Modelo cinético da alteração na variável carotenoides totais das geleias de Guapeva para as embalagens de polipropileno e polietileno.

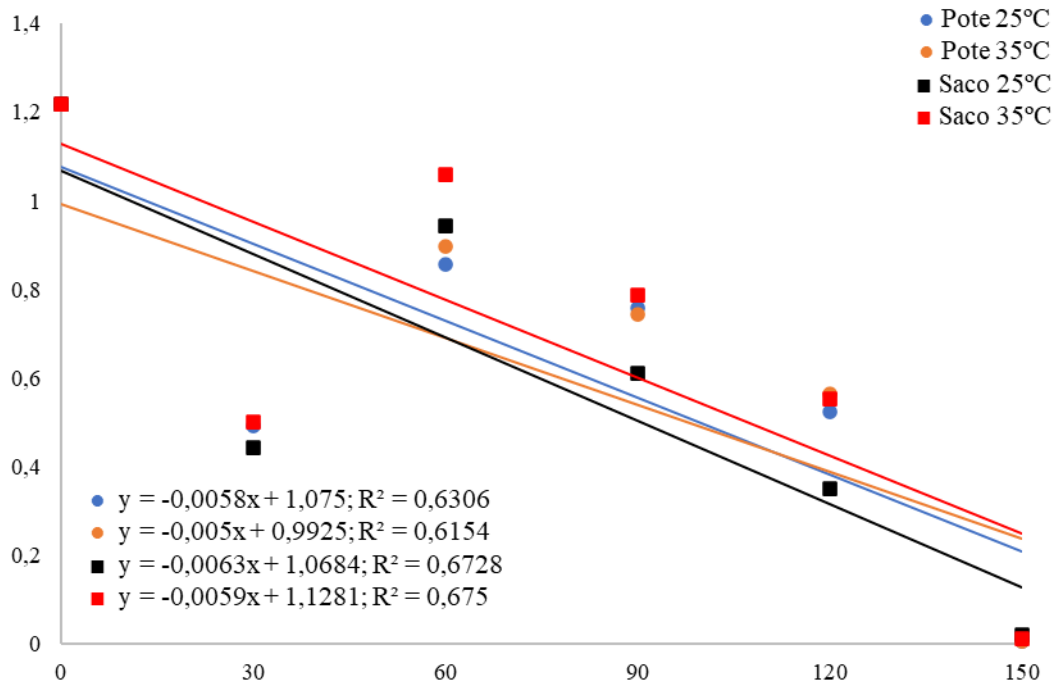


Figura 34. Modelo cinético da alteração na variável vitamina C das geleias de Guapeva para as embalagens de polipropileno e polietileno.

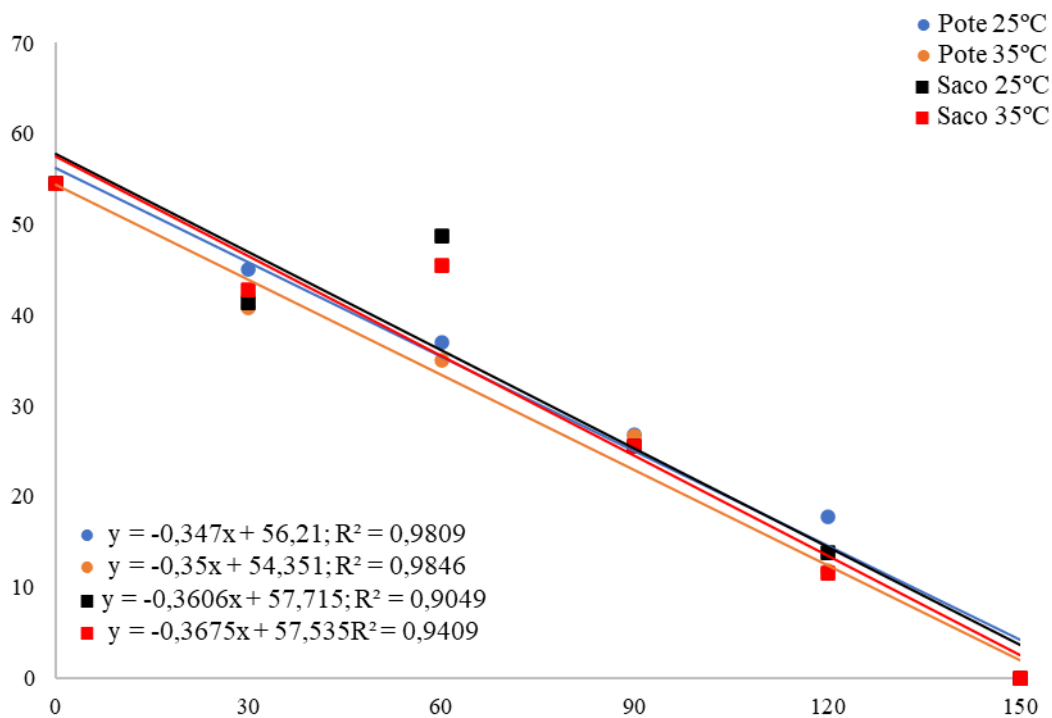


Figura 35. Modelo cinético da alteração na variável DPPH das geleias de Guapeva para as embalagens de polipropileno e polietileno.

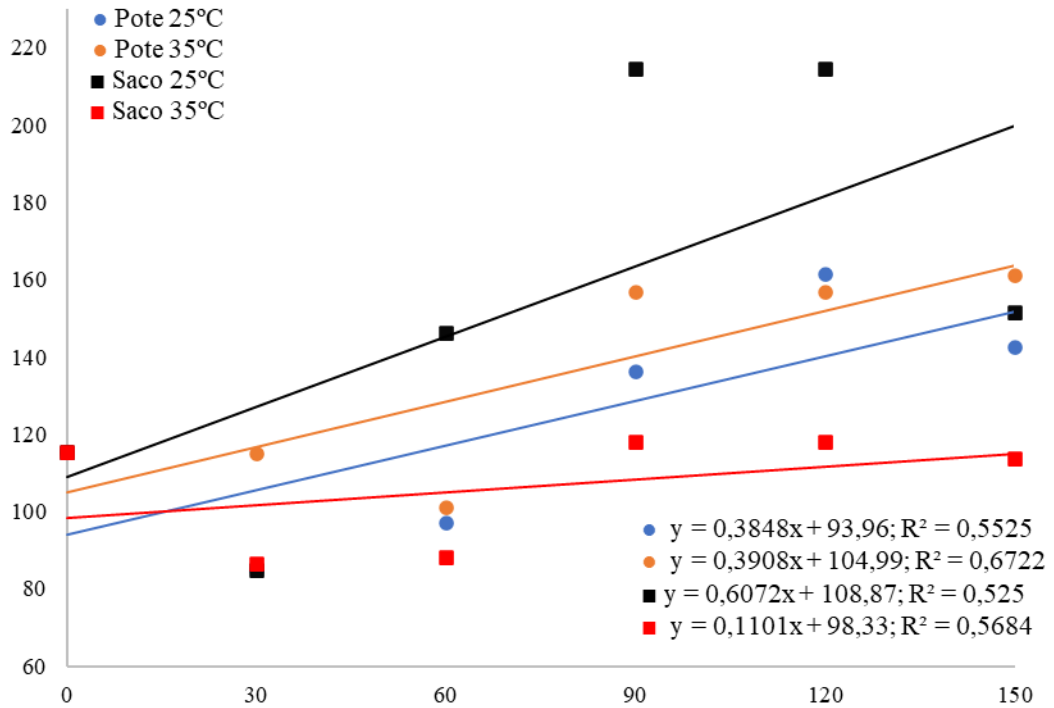


Figura 36. Modelo cinético da alteração na variável ABTS^{•+} das geleias de Guapeva para as embalagens de polipropileno e polietileno.

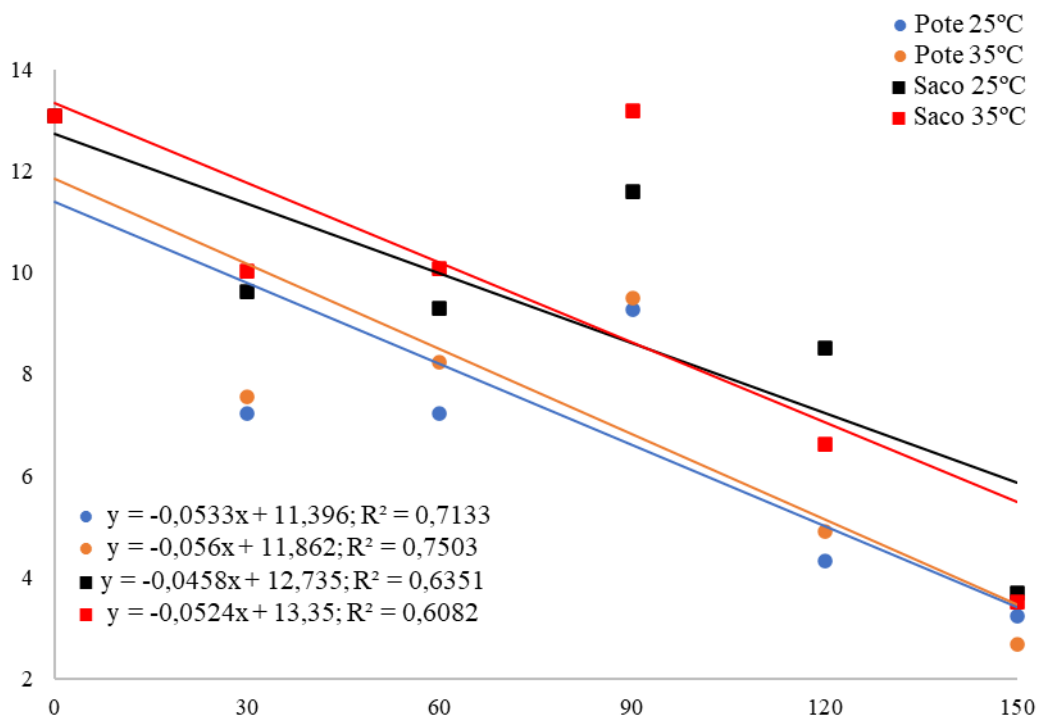


Figura 37. Modelo cinético da alteração na variável FRAP das geleias de Guapeva para as embalagens de polipropileno e polietileno.

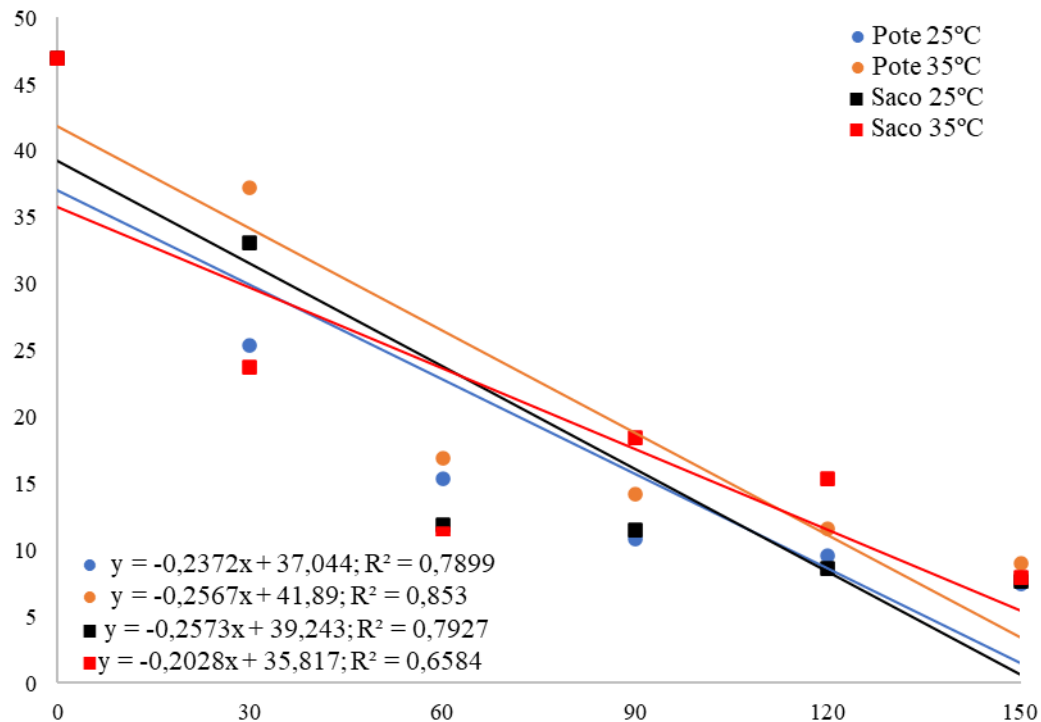
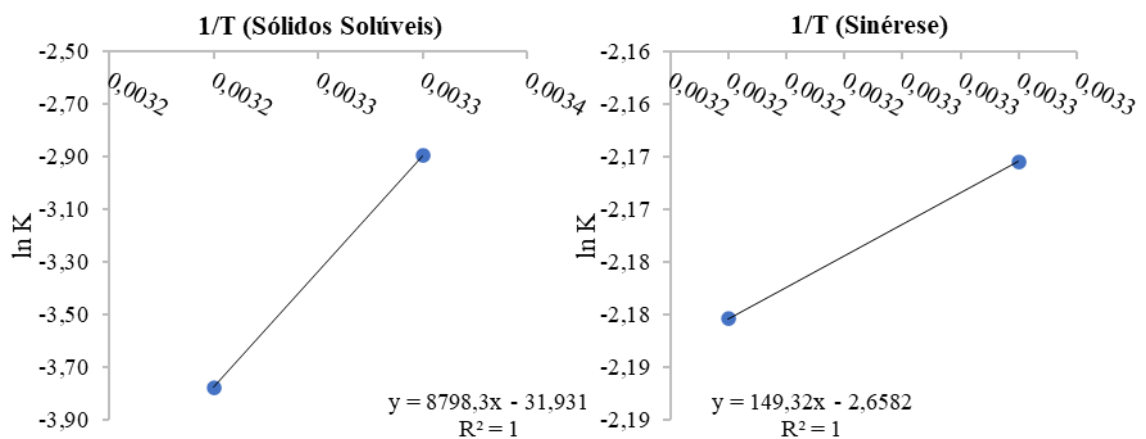


Figura 38. Gráficos de Arrhenius para os atributos pH, sólidos solúveis, sinérese, compostos fenólicos totais, carotenoides totais, vitamina C, DPPH, ABTS^{•+} e FRAP em geleias de Guapeva armazenadas em embalagem de polipropileno.



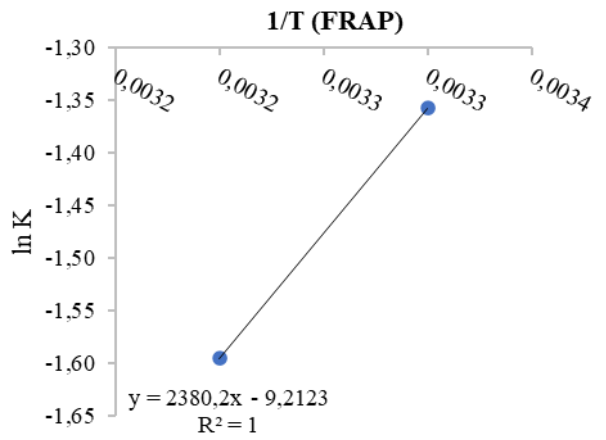
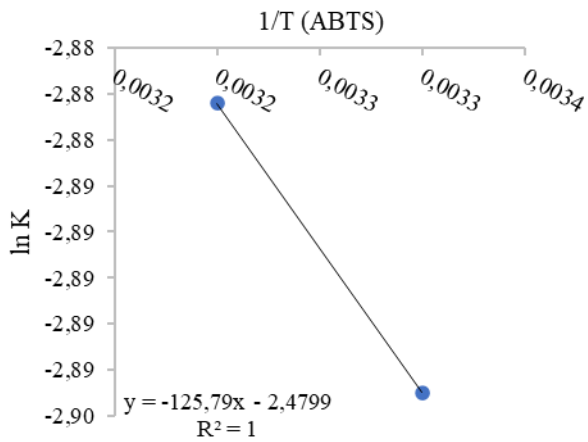
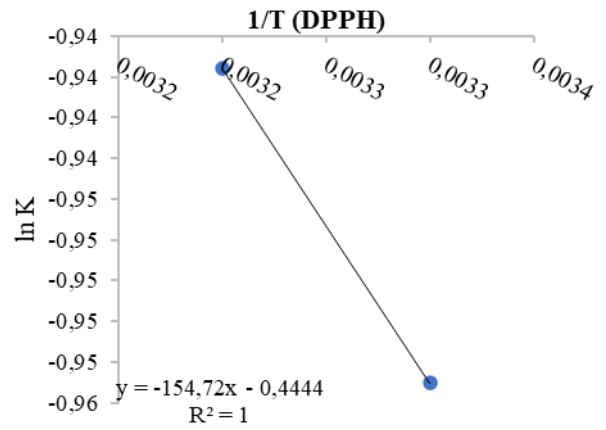
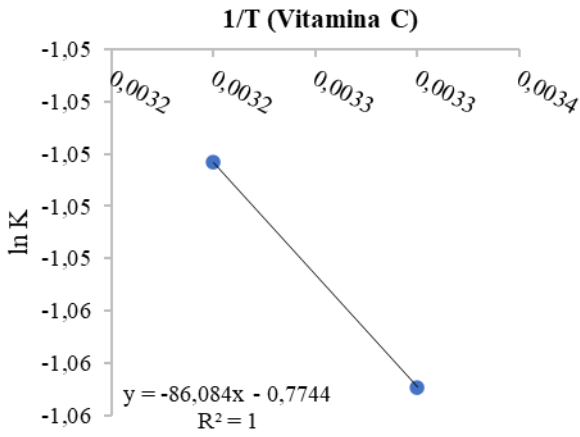
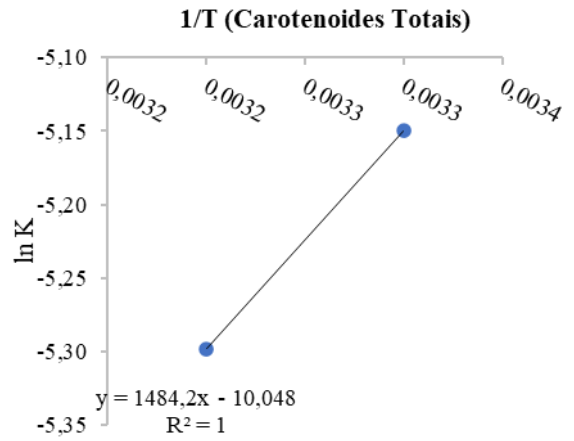
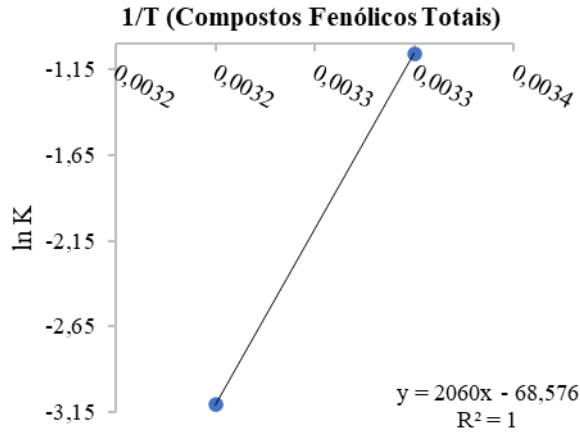
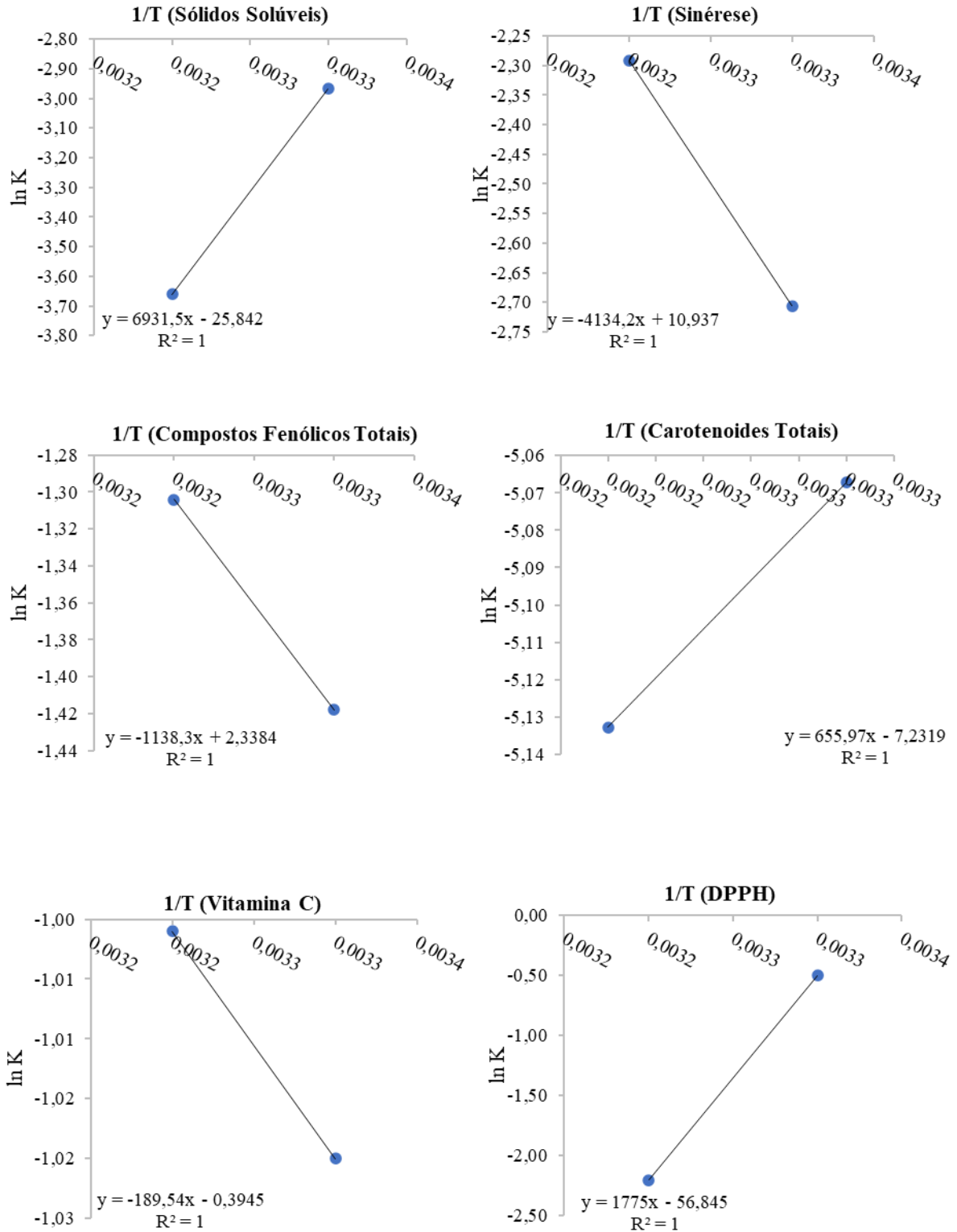
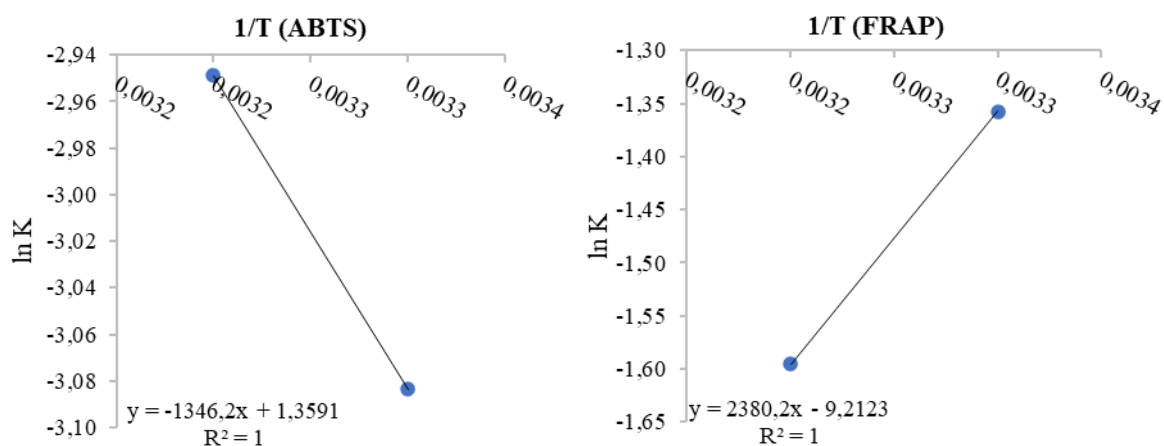


Figura 39. Gráficos de Arrhenius para os atributos pH, sólidos solúveis, sinérese, compostos fenólicos totais, carotenoides totais, vitamina C, DPPH, ABTS^{•+} e FRAP em geleias de Guapeva armazenadas em embalagem de polietileno.





Os valores da energia de ativação (E_a) para os atributos pH, sólidos solúveis, sinérese, compostos fenólicos totais, carotenoides totais, vitamina C, DPPH, ABTS^{•+} e FRAP estão dispostos na Tabela 6.

Tabela 6. Energia de ativação e estimativa da vida-de-prateleira das geleias de Guapeva.

Tratamento	Atributo	Energia de Ativação (E_a) kcal/mol	Q_{10}	Estimativa de vida-de-prateleira (Dias)	
				T 25 °C	T 35 °C
Embalagem de Polipropileno	Sólidos solúveis	17,48	1,15	75	74
	Compostos Fenólicos	4,09	1,03	75	75
	Carotenoides	2,95	1,02	74	75
	Vitamina C	0,18	1,00	75	75
	DPPH	0,30	1,00	74	75
	ABTS ^{•+}	0,25	1,00	75	75
	FRAP	4,73	1,03	75	75
Embalagem de Polietileno	Sólidos solúveis	13,79	1,11	75	75
	Compostos Fenólicos	2,26	1,01	75	75
	Carotenoides	1,30	1,01	74	74
	Vitamina C	0,37	1,00	75	75
	DPPH	3,53	1,02	74	74
	ABTS ^{•+}	2,67	1,02	74	74
	FRAP	4,73	1,03	74	74

As geleias armazenadas em embalagem de polipropileno apresentaram valores de energia de ativação menores do que as apresentadas pelas geleias armazenadas em embalagem de polietileno, indicando uma maior velocidade das reações durante o armazenamento. Resultando em uma menor vida útil da geleia. Em relação ao valor encontrado de Q_{10} pode-se estimar a vida útil de 75 dias para as geleias armazenadas em

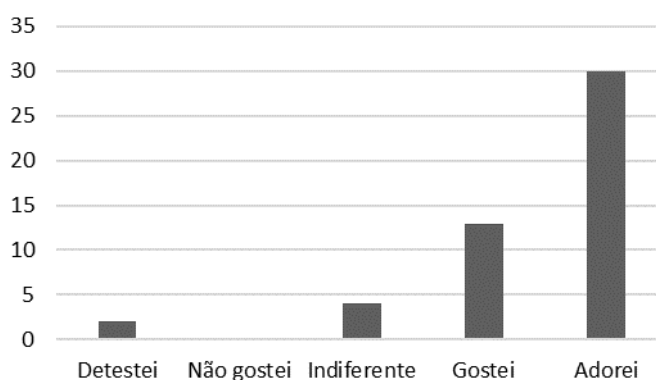
embalagens de Polipropileno e de 74 dias para as geleias armazenadas em embalagens de Polietileno, não apresentando diferença significativa.

Entretanto esperava-se que a embalagem de polietileno apresentasse vida útil mais elevada, visto que em tal embalagem as características físico-químicas se mantiveram mais estáveis com o decorrer dos meses de armazenamento. Levando em consideração o preço de cada embalagem vs a quantidade de dias estimados, a embalagem de polietileno se torna mais atraente ao produtor, visto que um dia de diferença não apresenta perdas significativas nos constituintes físico-químicos analisados aliado ao baixo custo, se torna a mais ideal para o acondicionamento de geleias de Guapeva.

5.5. Inserção da geleia de guapeva na alimentação escolar

As formulações de geleias foram processadas a partir da polpa de guapeva conforme a metodologia e apresentaram-se dentro dos padrões estabelecidos segundo as análises microbiológicas pela RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001, determina o valor de limite para bolores e leveduras e *Salmonella* sp, além de ausência de contaminação por coliformes totais e *Staphylococcus*, indicando um processamento asséptico, garantindo a inocuidade do produto para o consumo humano. Participaram dos testes de aceitação sensorial do doce de araticum 60 provadores não treinados onde 50% (30) eram do sexo masculino e 50% (30) do sexo feminino, com idades entre 8 e 10 anos, todos estudantes da rede municipal de Palmas-Tocantins. Os índices de aceitabilidade estão apresentados logo abaixo na Figura 40.

Figura 40. Resultados para o teste de aceitação sensorial de crianças de uma escola da rede pública municipal de 3º e 4º ano, realizados para a formulação otimizada de geleia de guapeva, na cidade de Palmas, Tocantins, Brasil.



Entre o total de participantes que responderam o teste de escala hedônica fácil, a categoria “Adorei” foi a mais escolhida com 61,22%, seguida da categoria “Gostei” com 26,53 %; “Indiferente” com 8,16%; “Detestei” com 4,09% e “Não gostei” não obteve votos.

A aceitação de um alimento pelo aluno é principal fator para determinar a qualidade da alimentação servida pelas escolas. Segundo Vieira (2017) em seu estudo sobre comportamento alimentar de crianças em idades escolares, existem diferenças na qualidade nutricional de dentro e fora das escolas. Além disso, o autor observou heterogeneidade na adesão a esses padrões em todas as regiões e classes socioeconômicas. Este estudo reforça a importância de ações de educação nutricional e políticas públicas mais eficazes na promoção de escolhas alimentares mais saudáveis na infância.

Segundo a Resolução /CD/FNDE nº 32, de 10 de agosto de 2006 que estabelece as normas para a execução do Programa Nacional de Alimentação Escolar, quanto ao controle de qualidade do programa, para metodologia de aceitabilidade, a qual deve ser definida pela Entidade Executora, observando os parâmetros técnicos, científicos e sensoriais reconhecidos; e o índice de aceitabilidade não deve ser inferior a 85%., logo a soma das categorias “Adorei” e “Gostei” resultam em 87,75%, logo pode indicar a aceitação pelos provadores.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre as onze formulações de geleias de guapeva propostas pelo delineamento experimental todas obtiveram boa aceitação dos provadores, a formulação dois, entretanto foi a que obteve melhores resultados sensoriais. As geleias armazenadas sofreram influência significativa tanto do tempo como da temperatura de armazenamento e das embalagens, sendo o tempo a variável que mais interferiu na qualidade das geleias ao final do armazenamento. A temperatura provocou alterações em todos os parâmetros analisados, exceto no ângulo Hue (Cor). As embalagens mostram-se influentes apenas para o atributo antioxidante por meio do método de FRAP. O tempo de vida útil estimado para as geleias é de 75 a 74 dias sendo a embalagem de polietileno a mais recomendada, pois mantém mais estáveis as características físico-químicas durante o armazenamento.

REFERÊNCIAS

- ABOLILA, R. M.; BARAKAT, H.; EL-TANAHY, H. A.; EL-MANSY, H. A. Chemical, nutritional and organoleptical characteristics of orange-based formulated low-calorie jams. **Food and Nutrition Sciences**, v. 6, n. 13, p. 1229, 2015. <https://doi.org/10.4236/fns.2015.613129>
- ALVES, A. M.; ALVES, M. S. O.; FERNANDES, T. D. O.; NAVES, R. V.; NAVES, M. M. V. Caracterização física e química, fenólicos totais e atividade antioxidante da polpa e resíduo de gabioba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 837-844, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452013000300021>
- ANJOS, L. A.; SILVEIRA, W. D. B. Estado nutricional dos alunos da Rede Nacional de Ensino de Educação Infantil e Fundamental do Serviço Social do Comércio (Sesc), Brasil, 2012. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, p. 1725-1734, 2017. <https://doi.org/10.1590/1413-81232017225.12332015>
- AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (2005). **Official Analytical Chemists**, Arlington.
- ARÉVALO-PINEDO, A.; CARNEIRO, B. L. A.; ZUNIGA, A. D. G.; ARÉVALO, Z. D. S.; SANTANA, A. A.; PINEDO, R. A. Alterações físico-químicas e colorimétricas de geleias de araticum (*Annona crassiflora*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 15, n. 4, p. 397-403, 2013.
- ARRUDA, H. S.; BOTREL, D. A.; FERNANDES, R. V. D. B.; FERREIRA, A. M. E. Development and sensory evaluation of products containing the Brazilian Savannah fruits araticum (*Annona crassiflora* Mart.) and cagaita (*Eugenia dysenterica* Mart.). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.10515>
- AZEREDO, H. M. C.; BRITO, E. S.; GARRUTI, D. S. Alterações químicas durante a estocagem. In: Azeredo, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012. p. 37-59.
- AZEREDO, H. M. C.; FARIA, J. A. F. Fundamentos de cinética de degradação e estimativa de vida de prateleira. **Alimentos**, p. 103, 2004.
- AZEREDO, H.M.C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Editora Técnica, 2º Edição, 2012.
- AZEVEDO, P. R. M. **Introdução à estatística**. 3. ed. Natal: EDUFRRN, 2016.
- BAILÃO, E. F. L. C.; DEVILLA, I. A.; CONCEIÇÃO, E. C.; BORGES, L. L. Bioactive compounds found in Brazilian Cerrado fruits. **International journal of molecular sciences**, v. 16, n. 10, p. 23760-23783, 2015. <https://doi.org/10.3390/ijms161023760>
- BARBOSA, P. F. P.; DE MENDONÇA, P. P.; ANDRADE, R. D. A.; AGUIAR, A. C. R.; CHAVES, A. R.; COSTA, A. B.; SILVA, F. G. Application of polymeric nanoparticles for controlled release of ethanolic extract of guapeva leaves (*Pouteria gardneriana* Radlk) against Rhipicephalus (*Boophilus*) microplus through in vitro studies. **African Journal of Biotechnology**, v. 15, n. 49, p. 2778-2786, 2016. <http://dx.doi.org/10.5897/AJB2016.15230>

BASU, S.; SHIVHARE, U. S. Rheological, textural, micro-structural and sensory properties of mango jam. **Journal of Food Engineering**, v. 100, n. 2, p. 357-365, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.04.022>

BATISTA, F. O.; SOUSA, R. S. Bioactive compounds in fruits pequi (*caryocar brasiliense* camb.) and baru (*dipteryx alata* vogel) and their potential uses: a review. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 7, p. 9259-9270, 2019. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n7-120>

BIANCHIN, M.; YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T. Microwave assisted saponification for diterpenes extraction in roasted arabica coffee. **Química Nova**, v. 40, n. 9, p. 1039-1044, 2017. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170116>

BORGES, L. L., LÚCIO, T. C., GIL, E. D. S., & BARBOSA, E. F. Uma abordagem sobre métodos analíticos para determinação da atividade antioxidante em produtos naturais. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 12, p. 1-20, 2011.

BOX, G. E.; DRAPER, N. R. **Empirical model-building and response surfaces**. John Wiley & Sons, 1987.

BRANDÃO, E. M.; ANDRADE, C. T. Influência de fatores estruturais no processo de gelificação de pectinas de alto grau de metoxilação. **Polímeros**, v. 9, n. 3, p. 38-44, 1999. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-14281999000300008>

BRANDÃO, T. M.; CARMO, E. L.; ELIAS, H. E. S.; CARVALHO, E. E. N.; BORGES, S. V.; MARTINS, G. A. S. Physicochemical and Microbiological Quality of Dietetic Functional Mixed Cerrado Fruit Jam during Storage. **The Scientific World Journal**, v. 2018, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/2878215>

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. L. W. T. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT-Food science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC n° 45 de 03 de novembro de 2010. Dispõe sobre aditivos alimentares autorizados para uso segundo as Boas Práticas de Fabricação (BPF). **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada-RDC n° 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, 2001

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada-RDC n° 271, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para açúcares e produtos para adoçar. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, 2005a.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada-RDC n° 272, de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, 2005b.

BRASIL. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Resolução RDC n° 12, de 02 de janeiro de 2001**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 139(7-E), (2001).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **O Bioma Cerrado**. 2017. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>. Acesso em 26 de janeiro de 2020.

BRASIL. Resolução CNS, Resolução Normativa N° 15, de 1978. Define termos sobre geleia de frutas. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1978.

CARNEIRO, L. M.; PIRES, C. R. F.; LIMA, J. P.; PEREIRA, P. A. P.; LIMA, L. C. O. Avaliação da estabilidade de geleias de amora-preta acondicionadas em diferentes embalagens. **Journal of Bionergy and Food Science**, v. 3, n. 2, p. 89-102, 2016. <https://doi.org/10.18067/jbfs.v3i2.99>

CEREZAL, P.; DUARTE, G. Sensory influence of chemical additives in peeled cactus pears (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) in syrup conserved by combined methods. **Journal of the professional Association for Cactus Development**, v. 6, p. 102-119, 2004.

CHEN, H. E.; PENG, H. Y.; CHEN, B. H. Stability of carotenoids and vitamin A during storage of carrot juice. **Food chemistry**, v. 57, n. 4, p. 497-503, 1996. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(96\)00008-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(96)00008-8)

COELHO, E. M.; GOMES, R. G.; MACHADO, B. A. S.; OLIVEIRA, R. S.; SANTOS LIMA, M.; AZÊVEDO, L. C.; GUEZ, M. A. U. Passion fruit peel flour—Technological properties and application in food products. **Food hydrocolloids**, v. 62, p. 158-164, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.07.027>

CUNHA, M. C.; SILVA, M. P.; ARAÚJO, A. B. S.; CARVALHO, E. E. N.; BOAS, E. V. D. B. V. Impact of processing and packaging on the quality of murici jelly [*Byrsonima crassifolia* (L.) rich] during storage. **Nutrition & Food Science**, 2019. <https://doi.org/10.1108/NFS-09-2019-0293>

CUNHA, M. F.; RIBEIRO, L. M. P.; DAMASCENO, K. A.; ALVES, A. N.; GONÇALVES, R. M. S.; GONÇALVES, C. A. A. Acidez, sua relação com pH e qualidade de geleias e doces em barra. **Boletim técnico IFTM**, n. 2, p. 14-19, 2016.

CURI, P. N.; CARVALHO, C. D. S.; SALGADO, D. L.; PIO, R.; SILVA, D. F. D.; PINHEIRO, A. C. M.; SOUZA, V. R. D. Characterization of different native american physalis species and evaluation of their processing potential as jelly in combination with brie-type cheese. **Food Science and Technology**, v. 38, n. 1, p. 112-119, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457x.01317>

DAMIANI, C.; ASQUIERI, E. R.; LAGE, M. E.; OLIVEIRA, R. A.; SILVA, F. A.; PEREIRA, D. E. P.; VILAS BOAS, E. V. B. Study of the shelflife of a mixed araçá (*Psidium guineensis* Sw.) and marolo (*Annona crassiflora* Mart.) jam. **Food Science and Technology**, v.32, p.334-343, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612012005000050>

DIAS, C. S.; BORGES, S. V.; QUEIROZ, F.; PEREIRA, P. A. P. Influência da temperatura sobre as alterações físicas, físico-químicas e químicas de geleia da casca de banana (*Musa* spp.) Cv. Prata durante o armazenamento. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.70, p.28-34, 2011.

FERIGOLLO, D.; KIRSTEN, V.R.; HECKLER, D.; FIGUEREDO, O.A.F.; PEREZ-CASSARINO, J.; TRICHES, R.M. Aquisição de produtos da agricultura familiar para

alimentação escolar em municípios do Rio Grande do Sul. **Revista de Saúde Pública**, v. 51, p. 1-10, 2017. <https://doi.org/10.1590/S1518-8787.2017051006648>

FERNANDES, L.; CASAL, S.; PEREIRA, J. A.; PEREIRA, E. L.; SARAIVA, J. A.; RAMALHOSA, E. Effect of alginate coating on the physico-chemical and microbial quality of pansies (*Viola× wittrockiana*) during storage. **Food science and biotechnology**, v. 27, n. 4, p. 987-996, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10068-018-0326-0>

FIGUEROA, L. E.; GENOVESE, D. B. Fruit jellies enriched with dietary fibre: Development and characterization of a novel functional food product. **LWT--Food Science and Technology**, v. 111, p. 423-428, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.031>

FRIEDMAN, H. H.; WHITNEY, J. E.; SZCZESNIAK, A. S. The texturometer—a new instrument for objective texture measurement. **Journal of Food Science**, v. 28, n. 4, p. 390-396, 1963. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1963.tb00216.x>

FU, J. T.; RAO, M. A. Rheology and structure development during gelation of low-methoxyl pectin gels: the effect of sucrose. **Food Hydrocolloids**, v. 15, n. 1, p. 93-100, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(00\)00056-4](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(00)00056-4)

GABRIEL, A. A.; CAYABYAB, J. E. C.; TAN, A. K. L.; COROOK, M. L. F.; ABLES, E. J. O.; TIANGSON-BAYAGA, C. L. P. Development and validation of a predictive model for the influences of selected product and process variables on ascorbic acid degradation in simulated fruit juice. **Food Chemistry**, v. 177, p. 295-303, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.049>

GAMA, L. U.; BARBOSA, A. A. A.; OLIVEIRA, P. E. A. M. Sistema sexual e biologia floral de *Pouteria ramiflora* e *P. torta* (Sapotaceae). **Brazilian Journal of Botany**, v. 34, n. 3, p. 375-387, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042011000300011>

GARCIA, L. G. C.; GUIMARÃES, W. F.; RODOVALHO, E. C.; PERES, N. R. A. D. A.; BECKER, F. S.; DAMIANI, C. Geleia de buriti (*Mauritia flexuosa*): agregação de valor aos frutos do cerrado brasileiro. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.4316>

GARCÍA, L. K. A.; MÉNDEZ, L. L. L.; RODRÍGUEZ, R. J.; CAMPANELLA, O. H.; PATEL, B. K.; BARRIADA, B. L. G. Physical properties of spray dried *Stenocereus griseus* pitaya juice powder. **Journal of food process engineering**, v. 40, n. 3, p. e12470, 2017. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12470>

GASTALDON, B.; MARTINS, J. C.; POLTRONIÉRI, K. V. **Obesidade infantil: um problema do presente com olhares para o futuro - promovendo o ser e a família saudável no cotidiano junto à enfermagem**. [Monografia] Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007. 147f.

GIMÉNEZ, A.; ARES, F.; ARES, G. Sensory shelf-life estimation: A review of current methodological approaches. **Food research international**, v. 49, n. 1, p. 311-325, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.07.008>

GIRARDI, M. W.; FABRI, R. K.; BIANCHINI, V. U.; MARTINELLI, S. S.; CAVALLI, S. B. Oferta de preparações culinárias e alimentos regionais e da sociobiodiversidade na

alimentação escolar: um estudo na Região Sul do Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 25, n. 3, p. 29-44, 2018. <https://doi.org/10.20396/san.v25i3.8652261>

GONDIM, P. J.; DE M SILVA, S.; PEREIRA, W. E.; DANTAS, A. L.; CHAVES NETO, J. R.; DOS SANTOS, L. F. Qualidade de frutos de acessos de umbu-cajazeira (*Spondiasp.*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 11, p. 1217-1221, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013001100013>

GRANATO, D.; CALADO, V. M. A. The use and importance of design of experiments (DOE) in process modelling in food science and technology. **Mathematical and statistical methods in food science and technology**, v. 1, p. 1-18, 2014.

HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some aspects of the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. **Journal of Food Science**, v. 27, n. 1, p. 42-49, 1962. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1962.tb00055.x>

HURSTI, U. K. K. Factors influencing children's food choice. **Annals of medicine**, v. 31, n. sup1, p. 26-32, 1999. <https://doi.org/10.1080/07853890.1999.11904396>

ISTRATI, D.; VIZIREANU, C.; IORDACHESCU, G.; DIMA, F.; GARNAI, M. Physico-chemical characteristics and antioxidant activity of goji fruits jam and jelly during storage. **Annals of the University Dunarea de Jos of Galati Fascicle VI--Food Technology**, v. 37, n. 2, 2013.

JACKIX, M. H. **Doces, geleias e frutas em calda: Teórico e Prático**. Campinas: Editora Ícone, 1988. 172p.

JORGE, N. **Embalagem para alimentos**. Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação – São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013.

KAMILOGLU, S.; PASLI, A. A.; OZCELIK, B.; VAN CAMP, J.; CAPANOGLU, E. Influence of different processing and storage conditions on in vitro bioaccessibility of polyphenols in black carrot jams and marmalades. **Food chemistry**, v. 186, p. 74-82, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.12.046>

KEBEDE, B. T.; GRAUWET, T.; MAGPUSAO, J.; PALMERS, S.; MICHIELS, C.; HENDRICKX, M.; VAN LOEY, A. An integrated fingerprinting and kinetic approach to accelerated shelf-life testing of chemical changes in thermally treated carrot puree. **Food chemistry**, v. 179, p. 94-102, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.074>

KHOURYIER, H. A.; ARAMOUNI, F. M.; HERALD, T. J. Physical, chemical and sensory properties of sugar-free jelly, Manhattan. **Journal of Food Quality**, Wastport, v. 28, n. 2, p. 179-190, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2005.00014.x>

LABUZA, T. P.; Taoukis, P. S. The relationship between processing and shelf-life. **Foods for the'90s.**, p. 73-106, 1990.

LEICHTWEIS, N. P. **Determinação da vida de prateleira de bebida à base de soja light sabor laranja envasada em garrafa pet**. 2011.

LEITE, M. S.; SILVA, F. G.; ASSIS, E. S.; RUBIO NETO, A.; MENDES, G. C.; ROSA, M. Morphoanatomy and physiology of *Pouteria gardneriana* Radlk plantlets grown in vitro at

varied photosynthetic photon flux densities. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 39, n. 2, p. 217-224, 2017. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v39i2.32515>

LIMA, M. C.; PORTARI, G. V. Centesimal composition and antioxidant compounds of two fruits from the Cerrado (Brazilian Savannah). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 66, n. 1, p. 41-44, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201966010006>

LIN, C. H.; CHEN, B. H. Stability of carotenoids in tomato juice during storage. **Food Chemistry**, v. 90, n. 4, p. 837-846, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.05.031>

LOPES, M. L. M.; MIGUEL, M. A. L.; FIALHO, E.; VALENTE-MESQUITA, V. L. Grape juice obtained using steam extraction and other small-scale extraction methods: phenolic content, antioxidant capacity and stability during storage. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 51, n. 7, p. 1696-1702, 2016. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13144>

MANFIO, N. M. LACERDA, D. P. Definição do escopo em projetos de desenvolvimento de produtos alimentícios: uma proposta de método. **Gestão & Produção**, v. 23, n. 1, p. 18-36, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530X1009-13>

MARQUES, D. J.; SIQUEIRA, J. A. C.; BIANCHINI, H. C.; ALVES, V. M. Produção de Maracujá em sistema semi-hidropônico no cultivo protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 5, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452019094>.

MARTINS, G. A. D. S.; FERRUA, F. Q.; MESQUITA, K. S.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. D. D. S. Estabilidade de doces em massa de banana prata. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 3, p. 332-340, 2011.

MARTINS, J. J. A.; OLIVEIRA, E. N. A.; ROCHA, A. P. T.; SANTOS, D. C. Stability of caja jellies during storage at ambient conditions. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 2, p. 164-173, 2015.

MATTA, V.M.; CABRAL, L.M.C.; SILVA, L.F.M. Suco de acerola microfiltrado: avaliação da validade-prateleira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.2, p.293- 297, 2004.

MENEZES, C. C.; BORGES, S. V.; CIRILLO, M. Â.; FERRUA, F. Q.; OLIVEIRA, L. F.; MESQUITA, K. S. Caracterização física e físico-química de diferentes formulações de doce de goiaba (*Psidium guajava* L.) da cultivar Pedro Sato. **Food Science and Technology**, v. 29, n. 3, p. 618-625, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612009000300025>

MENEZES, C. C.; BORGES, S. V.; FERRUA, F. Q.; VILELA, C. P.; CARNEIRO, J. D. D. S. Influence of packaging and potassium sorbate on the physical, physicochemical and microbiological alterations of guava preserves. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 3, p. 674-680, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612011000300019>

MESQUITA, K. S.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. D. S.; MENEZES, C. C.; MARQUES, G.R. Quality alterations during storage of sugar-free guava jam with added prebiotics. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.37, p.806-813, 2013. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2012.00703.x>

MIGUEL, E. P.; REZENDE, A. V.; LEAL, F. A.; PEREIRA, R. S.; MELO, R. R. D. Floristic-structural characterization and successional group of tree species in the Cerrado

biome of Tocantins state, Brazil. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 2, p. 393-404, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252016v29n216rc>

MINOLTA (FIRMA COMERCIAL). **Precise color communication: color control from perception to instrumentation**. Japan: Minolta Co. Ltd., 59 p. 1998.

MOREIRA, A. R. S. D. R.; BARROS, N. V. D. A.; PORTO, R. G. C. L.; BRANDÃO, A. D. C. A. S.; LIMA, A. D.; FETT, R. Bioactive compounds and antioxidant activity three fruit species from the Brazilian Cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 3, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452019011>

MORZELLE, M. C.; BACHIEGA, P.; SOUZA, E. C. D.; BOAS, V. B. E. V.; LAMOUNIER, M. L. Caracterização química e física de frutos de curriola, gabioba e murici provenientes do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 96-103, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-036/14>

MOTA, R. V. Caracterização física e química de geleia de amora-preta. **Food Science and Technology**, v. 26, n. 3, p. 539-543, 2006.

NASCIMENTO, F. W. B.; MELO, F. A. A. Estudo Reológico da Pectina Extraída da Casca de Maracujás. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 3, p. 838-855, 2016. <https://doi.org/10.5935/1984-6835.20160061>

NEVES, L. T. B. C.; CAMPOS, D. C. D. S.; MENDES, J. K. S.; URNHANI, C. O.; ARAÚJO, K. G. Quality of fruits manually processed of açaí (*euterpe oleracea* mart.) and bacaba (*Oenocarpus bacaba* mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 729-738, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-148/14>

OLIVEIRA, C. F. D.; PINTO, E. G.; TOMÉ, A. C.; QUINTANA, R. C.; DIAS, B. F. Desenvolvimento e caracterização de geleia de laranja enriquecida com aveia. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 3, n. 3, p. 20-23, 2016. <https://doi.org/10.32404/rean.v3i3.1203>

OLIVEIRA, E. D., SANTOS, D. D. C., ROCHA, A. P., GOMES, J. P., & SILVA, W. D. Estabilidade de geleias convencionais de umbu-cajá durante o armazenamento em condições ambientais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 3, p. 329-337, 2014.

OLIVEIRA, E. H. S.; MORAIS, R. A. OLIVEIRA, T. T. B.; MARTINS, G. A. S. Cajuí (*Anacardium Othonianum* Rizz). In: **Frutos do Cerrado: características e aplicações tecnológicas**. / Adriana Régia Marques de Souza, Clarissa Daminani, Glêndara Aparecida de Souza Martins, Juliana Fonseca Moreira da Silva (organizadoras) - Curitiba: CRV, 2018. 148p.

OLIVEIRA, E. N. A. D.; SANTOS, D. D. C.; ROCHA, A. P. T.; GOMES, J. P.; FEITOSA, R. M.; FEITOSA, B. F. Nutritional composition of Imbu-Cajá jellies during room temperature storage. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.3318>

OLIVEIRA, M. C.; SANTANA, D. G.; SANTOS, C. M. Biometria de frutos e sementes e emergência de plântulas de duas espécies frutíferas do gênero *Campomanesia*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 446-455, 2012.

PALITO, G. F.; SILVA, C. F. G.; MENDES, M. P.; ALMEIDA, V. V.; ROCHA, C. L. M. S. C.; TONIN, L. T. D. Proximate composition, bioactive compounds and antioxidant activity of fruits of *Morinda citrifolia* L. (noni) cultivated in Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 1, p. 59-66, 2015. http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/13_066

PARK, S. J.; JANG, Y. A.; NOH, W.; OH, Y. H.; LEE, H.; DAVID, Y.; LEE, S. H. Metabolic engineering of *Ralstonia eutropha* for the production of polyhydroxyalkanoates from sucrose. **Biotechnology and bioengineering**, v. 112, n. 3, p. 638-643, 2015. <https://doi.org/10.1002/bit.25469>

PATRAS, A.; BRUNTON, N. P.; TIWARI, B. K.; BUTLER, F. Stability and degradation kinetics of bioactive compounds and colour in strawberry jam during storage. **Food and Bioprocess Technology**, v. 4, n. 7, p. 1245-1252, 2011. <https://doi.org/10.1007/s11947-009-0226-7>

PERFEITO, D. G. A.; CORRÊA, I. M.; PEIXOTO, N. Elaboração de bebida com extrato hidrossolúvel de soja saborizada com frutos do cerrado. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 4, n. 1, p. 21-27, 2017. <https://doi.org/10.32404/rean.v4i1.1216>

PINELI, L. D. L. D. O.; MORETTI, C. L.; CHIARELLO, M.; MELO, L. Influence of strawberry jam color and phenolic compounds on acceptance during storage. **Revista Ceres**, v. 62, n. 3, p. 233-240, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201562030002>

POLICARPO, V. M. N.; BORGES, S. V.; ENDO, É.; CASTRO, F. T. D.; DAMICO, A. A.; CAVALCANTI, N. B. Estabilidade da cor de doces em massa de polpa de umbu (*Spondias tuberosa* arr. cam.) no estágio de maturação verde. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 1102-1107, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000400024>

PRIETO, P.; PINEDA, M.; AGUILAR, M. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. **Analytical biochemistry**, v. 269, n. 2, p. 337-341, 1999. <https://doi.org/10.1006/abio.1999.4019>

PROVESI, J. G.; DIAS, C. O.; AMANTE, E. R. Changes in carotenoids during processing and storage of pumpkin puree. **Food Chemistry**, v. 128, n. 1, p. 195-202, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.027>

RABABAH, T. M.; AL-MAHASNEH, M. A.; KILANI, I.; YANG, W.; ALHAMAD, M. N.; EREIFEJ, K.; AL-U'DATT, M. Effect of jam processing and storage on total phenolics, antioxidant activity, and anthocyanins of different fruits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, n. 6, p. 1096-1102, 2011. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4289>

RAPHAELLI, C. D. O.; PASSOS, L. D. F.; COUTO, S. D. F.; HELBIG, E. & MADRUGA, S. W. Adhesion and acceptability of elementary school menus in rural schools. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.11216>

RAWSON, A.; TIWARI, B. K.; PATRAS, A.; BRUNTON, N.; BRENNAN, C.; CULLEN, P. J.; O'DONNELL, C. Effect of thermosonication on bioactive compounds in watermelon juice. **Food Research International**, v. 44, n. 5, p. 1168-1173, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.07.005>

REIS, A. F.; SCHMIELE, M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 22, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.15017>

RIEDEL, R.; BÖHME, B.; ROHM, H. Development of formulations for reduced-sugar and sugar-free agar-based fruit jellies. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 50, n. 6, p. 1338-1344, 2015. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12787>

ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B. D.; VIEIRA, R. F.; SILVA, J. P. D.; AGOSTINI-COSTA, T. D. S. Total phenolics and condensed tannins in native fruits from brazilian savanna. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011000400021>

RODRIGUES, G. M.; SILVA, C. Extração ácida da pectina da casca de maracujá assistida por ultrassom. **E-xacta**, v. 10, n. 1, p. 45-52, 2017. <http://dx.doi.org/10.18674/exacta.v10i1.2126>

ROTILI, M. C. C.; COUTRO, S.; CELANT, V. M.; VORPAGEL, J. A.; BARP, F. K.; SALIBE, A. B.; BRAGA, G. C. Composição, atividade antioxidante e qualidade do maracujá-amarelo durante armazenamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 227-240, 2013. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n1p227>

RUFINO, M. D. S. M.; ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. D. G.; PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**. Comunidade tecnico 125, 2006.

RUFINO, M. D. S. M.; ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. D. G.; PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**. Comunidade tecnico 127, 2007.

RUFINO, M. D. S. M.; ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. D. G.; PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS^{o+}. **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**. Comunidade tecnico 128, 2007a.

SALES, P. M.; SOUZA, P. M.; DARTORA, M.; RESCK, I. S.; SIMEONI, L. A.; FONSECA, B. Y. M. SILVEIRA, D. Pouteria torta epicarp as a useful source of α -amylase inhibitor in the control of type 2 diabetes. **Food and Chemical Toxicology**, v. 109, p. 962-969, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.03.015>

SAMSON, R. A.; HOEKSTRA, E. S.; FRISVAD, J. C. **Introduction to food-and airborne fungi**. Centraalbureau voor Schimmelcultures (CBS), 2004.

SANTOS, J. G.; MEGÍAS-PÉREZ, R.; SORIA, A. C.; OLANO, A.; MONTILLA, A.; VILLAMIEL, M. Impact of processing conditions on the kinetic of vitamin C degradation and 2-furoylmethyl amino acid formation in dried strawberries. **Food chemistry**, v. 153, p. 164-170, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.004>

SANTOS, P. R. G.; CARDOSO, L. M.; BEDETTI, S. F.; HAMACEK, F. R.; MOREIRA, A. V. B.; MARTINO, H. S. D.; PINHEIRO-SANTANA, H. M. Geleia de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.): desenvolvimento, caracterização microbiológica, sensorial química e estudo da estabilidade. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n. 2, p. 281-290, 2012.

SCALZO, R. L.; IANNOCCARI, T.; SUMMA, C.; MORELLI, R.; RAPISARDA, P. Effect of thermal treatments on antioxidant and antiradical activity of blood orange juice. **Food chemistry**, v. 85, n. 1, p. 41-47, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.05.005>

SCHIASSI, M. C. E. V.; SOUZA, V. R.; LAGO, A. M. T.; CAMPOS, L. G.; QUEIROZ, F. Fruits from the Brazilian Cerrado region: physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. **Food chemistry**, v. 245, p. 305-311, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.10.104>

SHINWARI, K. J.; RAO, P. S. Stability of bioactive compounds in fruit jam and jelly during processing and storage: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 75, p. 181-193, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.02.002>

SILVA, A. S. **Otimização de dietas que previnam a hipovitaminose A e a anemia ferropriva em crianças de 0 a 5 anos**. 41 p. 2013. Monografia (Graduação)- Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins, Palmas –Tocantins. 2013.

SILVA, F. G.; CÁSSIA BRANQUINHO, A.; OLIVEIRA, R. C. Physiological quality of guapeva (*Pouteria cf. Gardneriana* radlk.) Seeds during storage. **Global Science and Technology**, v. 6, n. 1, 2013. <http://dx.doi.org/10.14688/1984-3801.v06n01a11>

SILVA, I. G.; MARTINS, G. A. S.; BORGES, S. V.; MARQUES, G. R.; REGIS, I. S. Influence of passion fruit albedo, citric acid, and the pulp/sugar ratio on the quality of banana preserves. **Food Science and Technology**, v. 32, n. 2, p. 267-273, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612012005000038>

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; GOMES, R. A. R.; OKAZAKI, M. M. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997. 295p.

SIQUEIRA, A. P. S.; OLIVEIRA, J. D. M.; JUNIOR, M.; RIBEIRO, D.; LOURENÇO, M. F. D. C. Chemical characterization and antioxidant capacity of guapeva. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. SPE, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452017584>

SOARES, C. M.; SILVA, R. R. Guapeva (*Pouteria Gardneriana* Radlk.) In: **Frutos do Cerrado: características e aplicações tecnológicas**. / Adriana Régia Marques de Souza, Clarissa Daminani, Glêndara Aparecida de Souza Martins, Juliana Fonseca Moreira da Silva (organizadoras) - Curitiba: CRV, 2018. 148p.

SOUZA, A. V.; VIEITES, R. L.; GOMES, E. P.; SILVA VIEIRA, M. R. Biochemical characterization of blackberry fruit (*Rubus* sp) and jellies. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 4, p. 624, 2018. <https://doi.org/doi:10.21475/ajcs.18.12.04.pne933>

SOUZA, F. G.; BARBOSA, F. F.; RODRIGUES, F. M. Avaliação de geleia de tamarindo sem pectina e com pectina proveniente do albedo do maracujá amarelo. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 3, n. 2, p. 78-88, 2016. <http://dx.doi.org/10.18067/jbfs.v3i2.52>

SOUZA, H. R. S.; CARVALHO, M. G.; SANTOS, A. M.; FERREIRA, I. M.; OLIVEIRA, A. M. Compostos bioativos e estabilidade de geleia mista de umbu (*Spondias tuberosa* arr. c.) e mangaba (*Hancornia speciosa* g.). **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 12, n. 2, p. 236-248, 2018.

SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; PINHEIRO, A. C. M.; LIMA, L. C. O.; PIO, R.; QUEIROZ, F. Analysis of the subtropical blackberry cultivar potential in jelly processing. **Journal of Food Science**, v. 79, n. 9, p. S1776-S1781, 2014. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12565>

SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; PINHEIRO, A. C. M.; LIMA, L. C. O.; PIO, R.; QUEIROZ, F. Influence of processing on the antioxidant capacity and bioactive compounds in jellies from different blackberry cultivars. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 50, n. 7, p. 1658-1665, 2015. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12819>

STEIGER, M. G.; RASSINGER, A.; MATTANOVICH, D.; SAUER, M. Engineering of the citrate exporter protein enables high citric acid production in *Aspergillus niger*. **Metabolic engineering**, v. 52, p. 224-231, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ymben.2018.12.004>

STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices**. 3rd. ed. New York: Academic Press, 2005. 377 p.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas, métodos comprobados**. No. QP801. V5 S7e. 1967.

SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. **Food quality and preference**, v. 13, n. 4, p. 215-225, 2002.

TEIXEIRA NETO, R. O.; VITALI, A. A.; QUAST, D. G. Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados. **Manual Técnico**, v. 6, 2004.

TONG, Z.; ZHENG, X.; TONG, Y.; SHI, Y. C.; SUN, J. Systems metabolic engineering for citric acid production by *Aspergillus niger* in the post-genomic era. **Microbial cell factories**, v. 18, n. 1, p. 28, 2019. <http://dx.doi.org/10.1186/s12934-019-1064-6>

TORREZAN, R. **Doce em massa**. Área de Informação da Sede-Col Criar Plantar ABC 500P/500R Saber (INFOTECA-E), 2015.

TORREZAN, R. **Preparo caseiro de geleias**. Embrapa Agroindústria de Alimentos-Documents (INFOTECA-E), 1997.

TOUATI, N.; TARAZONA-DÍAZ, M. P.; AGUAYO, E.; LOUAILECHE, H. Effect of storage time and temperature on the physicochemical and sensory characteristics of commercial apricot jam. **Food Chemistry**, v. 145, p. 23-27, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.037>

VIANA, E. D. S.; MAMEDE, M. E. D. O.; REIS, R. C.; CARVALHO, L. D. D.; FONSECA, M. D. Desenvolvimento de geleia de umbu-cajá convencional e dietética. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 708-717, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-018/14>

VIEIRA, P. A. Z.; SCHEIDT, R. F.; SANTOS, M. M. R.; CANDIDO, C. J.; SANTOS, E. F.; NOVELLO, D. Cupcakes adicionados de farinha de bocaiúva: caracterização físico-química e

avaliação sensorial entre crianças. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 15, n. 2, p. 501-513, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v15i2.2943>

WATERHOUSE, A. L. Polyphenolics: determination of total phenolics. **Current protocols in food analytical chemistry**, v. 957, n. 1, p. 21-36, 2002.

WICKLUND, T.; ROSENFELD, H. J.; MARTINSEN, B. K.; SUNDFØR, M. W.; LEA, P.; BRUUN, T.; HAFFNER, K. Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. **LWT-Food Science and Technology**, v. 38, n. 4, p. 387-391, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.06.017>